ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS ZU BERLIN

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1859.

Mit zwanzig Kupfertafeln.

LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Inhalt.

Zur Beantwortung der Frage: „Giebt es eine organische Verbindung zwischen der innern Fläche der Corona ciliaris und dem Linsenkapselrand?"

Vom

Geheimen Medicinalrath Dr. von Ammon in Dresden.

Eine briefliche Mittheilung an Hrn. Professor Dr. Max Langenbeck in Hannover.

(Hierzu Taf. I. A. Fig. 1—7.)

Im Jahre 1849 haben Sie in Ihren „Klinischen Beiträgen aus dem Gebiete der Chirurgie und Augenheilkunde, Göttingen 1849, in 4o." eine Verbindung besprochen, die Sie mit der Lupe oder dem Mikroskope im menschlichen Auge an dem ringförmigen Rande des Corpus ciliare als sehr feine den Rand der Kapsel umgebende Kreisfasern sahen. Sie nannten diese Verbindung Musc. compressor lentis. Durch diese Benennung brachten Sie denselben in eine physiologische Beziehung zu den accommodativen Wölbungsveränderungen der Kapsel, die Sie auf die Sanson'sche Lichtprobe basirten. Der Gegenstand ward anatomisch nicht erörtert, wie er es verdient hätte, und blieb, nachdem Kölliker (Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1852. S. 615. Auch in der zweiten Auflage.) seine Meinung über die Nichtexistenz des Musculus compressor lentis wiederholt ausgesprochen hatte, unbeachtet, oder man folgte der negirenden Autorität Kölliker's, ohne die Sache neuen Untersuchungen zu unterwerfen.

(Cramer's Physiolog. Abhandlung über das Accommodationsvermögen der Augen. A. d. Holländ. von Dr. Dode. Leer 1855 in 8. S. 109.)

Sie sind später mit grosser Ruhe, Umsicht und Klarheit für Ihre Auffindung von Neuem in die Schranken getreten, obgleich an einem Orte, wo man anatomisch-physiologisch-optische Besprechungen nicht sucht (Die Impfung der Arzneikörper nebst Rückblick auf einige meiner früheren Arbeiten. Hannover 1856. S. 1—52.), aber auch diese gründliche Arbeit hat keine wiederholte anatomische Untersuchungen und Nachforschungen über Ihren Musculus compressor lentis hervorgerufen.

Auf dem ophthalmologischen Congress in Brüssel (im Septbr. 1857) suchten Sie Ihre Auffindung bei der Discussion über die Accommodation zur Geltung zu bringen, sie wurde aber durch Donders anhaltend in Zweifel gesetzt. Ich war in der Sitzung nicht gegenwärtig, sonst würde ich die hier erzählten Erfahrungen mitgetheilt haben. Leider kam man in Brüssel nicht dazu durch anatomische Anschauungen sich gegenseitig aufzuklären. Bei so getheilten Ansichten über eine wichtige anatomische Controverse im menschlichen Auge halte ich es im Interesse der Sache für zuträglich, was ich wiederholt in verschiedenen Zeiten im menschlichen Auge zwischen der innern Seite der Corona ciliaris und dem Linsenkapselrand aufgefunden und durch den tüchtigen Künstler Herrn Krantz hatte zeichnen lassen, hier mitzutheilen. Ich beschreibe kurz, was ich wiederholt sah, weiss aber nicht, ob was ich gesehen habe, Ihr M. compressor lentis ist. Prüfen Sie selbst meine Mittheilungen. Sie sind vertraut genug mit der feinen Anatomie des Auges, und der Sache aufrichtig zugethan, und werden gewiss gern einen Ihnen lieb gewordenen Gegenstand neuen Untersuchungen unterziehen. Lässt man sich nur erst zu neuen Prüfungen heran und stellt man wiederholte Fragen, so wird man nicht ohne Antwort bleiben. Die Natur giebt solche immer dem redlich Suchenden.

Untersucht man in Menschenaugen, die eine Zeit lang in verdünnter Chromsäure gelegen haben, die Stelle genauer,

die zwischen der innern Seite des Randes der Corona ciliaris und dem vorderen und seitlichen Theil der Linsenkapsel sich befindet, so sieht man in der Mehrzahl der Fälle dort eine im Kreise gelagerte Fadenreihe (Fig. 1e.). Damit dieses geschehen könne, muss man den Rand der Corona ciliaris, der in Augen, die in verdünnter Chromsäure gelegen haben, gewöhnlich etwas hart ist, mit Vorsicht von dem Linsenkapselrand entfernen, damit der Zwischenraum zwischen der innern Fläche des Randes der Corona ciliaris und der Linsenkapselrand deutlich wenn auch nur theilweise übersehen werden kann. Dieses geschieht am besten mittelst zweier feiner Augenspatel. Die speichenartig rings um die Aequatorlinie von der innern Fläche der Corona ciliaris zu dem Linsenkapselrand gehenden Fäden sind in Fig. 1e. abgebildet, und zwar durch die Lupe gezeichnet, getreu, so wie sie mit mir der Zeichner gesehen hat. An manchen Augen habe ich allerdings sie nicht aufgefunden. Ich muss es unentschieden lassen, ob sie in solchen Augen gar nicht vorhanden waren, oder ob solche Augen eben kein gut erhaltenes Object zur Beobachtung abgaben. Die Fäden lassen sich ferner unschwer auffinden auf Durchschnitten der Linse und des Glaskörpers, die in Chromsäure erhärtet waren. Da sieht man sie leicht in dem Raum, den der Rand der Corona ciliaris durch seine innere Fläche mit dem Kapselrand (Fig. 2bc.) bildet. In solchen Präparaten scheint ihre Lage nicht so tief an der innern Seite des Randes der Corona ciliaris zu sein, wie in den andern Präparaten, und man könnte sie da wohl für die äussersten Grenzen oder für die feinsten Ausläufer des Randes der Corona ciliaris gegen den Linsenkapselrand halten. Nimmt man einen Theil der in Rede stehenden Fäden oder Falten vorsichtig mit der Pincette weg, und untersucht man sie mit einer scharfen Lupe, so sieht man deutlich, dass sie von der innern Seite des Randes der Corona ciliaris breit ausgehen und dann spitz gegen die Linsenkapsel hin endigen (Fig. 5b.).

Ich habe bei meinen Arbeiten über die Entwicklungs-

geschichte des Auges[1]) die in Rede stehende Fadenverbindung bereits im Fötalauge öfter wahrgenommen, und ich theile aus denselben die früher gemachten Wahrnehmungen mit, die ich durch neuere Untersuchungen zu vervollständigen Gelegenheit hatte.

Es finden sich bereits in der Fötalzeit zwischen dem vierten und fünften Monate bestimmte Andeutungen einer solchen Verbindung zwischen der einen Seite des primär glatten später aber eingekerbten Hyaloidealrandes und dem Rande der Linsenkapsel (Fig. 5bb.). Ich habe sie an manchen menschlichen Fötalaugen in sehr früher und auch in späterer Zeit gefunden, obgleich ich sie in andern Fötalaugen auch umsonst gesucht habe. Es sind dies feine, scharf ausgeprägte, in ihren Conturen kräftig umschriebene Fäden, die gleich stark auf der Hyaloidealseite wie auf der Seite des Linsenkapselrandes erscheinen; an einigen kam mir aber ihr Uebergang in den Rand der Linsenkapsel bereits etwas zugespitzt wie im Auge des Erwachsenen vor. Ich habe, wenn ich mit Vorsicht den Hyaloidealrand von dem Linsenkapselrand abzog, und auf diese Weise die Fadenreihe anspannte, ihren Uebergang auf diese nicht weit verfolgen können, so dass ich über denselben nur das aussagen kann, dass die Fadenreihe in der Linsenkapsel auf ihrem Rande scharf endigt, nicht diffus in sie übergeht. Die Fadenreihe war bereits im Fötusauge ziemlich dicht gelagert. Ich glaube, dass die Entstehung derselben mit der ersten Faltenbildung der Corona ciliaris aus dem sich glatt erhebenden Hyaloidealrand zusammenhängt, und habe über dieselbe folgende Ansicht, die sich am anschaulichsten durch die Erklärung der Fig. 4 u. 5 ergeben wird.

Fig. 4. giebt eine durch die Lupe vergrösserte Ansicht eines fötalen menschlichen Glaskörpers aus der Zeit, wo die Linse (c) sammt Kapsel von dem Hyaloidealrand des Glas-

---

1) Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. Mit 207 Abbildungen, auf 12 lithogr. Tafeln in v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie. Bd. IV. Berlin 1858. in 8.

körpers circulär umschlossen ist (bbbb), so jedoch, dass nach unten zu, wo der Hyaloidea-Canal sich befand (ba), der Glaskörper noch nicht die Rundung und den Umfang wie an den andern Seitentheilen hat. Es erhebt sich die Hyaloidea als Hyaloidealrand, der später von dem seitlichen Kapselrand etwas absteht (Fig. 5 bb.) über die Linsenkapsel, es hat sich auf deren obersten Rand bisweilen zeitig Pigment abgesondert (Fig. 4 bbbb.). Es ist unbestimmt, ob dieses Pigment-Molecüle sind, die sich zwischen den beginnenden kleinen Falten abzusondern pflegen, oder ob es ein Pigmentabklatsch der Ciliarfortsätze ist. Unterdessen wachsen die Faltungen, die jetzt in dem sich erhebenden Hyaloidealrand sich bilden, und die sehr bald in weiten peripherisch sich erstreckenden Reihen sich ausdehnen, und auf die sich dann die Spitzen der Ora serrata der fötalen Retina auflegen. Durch diese Faltungen des sich verengenden Hyaloidealrandes wird die bisher tief in der Hyaloidea liegende Linse erhoben, und es bekommt diese Glaskörpergegend einen förmlichen Hals, eine wichtige Fötalepoche in der Bildungsgeschichte des Glaskörpers und der Corona ciliaris (Fig. 6—7.). Später flacht sich die Erhebung des Glaskörpers bei der Bildung der Iris und anderer Theile des Auges wieder mehr ab, und der Fötalhals des Glaskörpers verschwindet. Die innere Seite des Hyaloidealrandes kann bei der beschriebenen Verwandlung desselben in die Corona ciliaris durch vielfache Einbiegungen nicht frei bleiben von der allgemeinen Faltung, diese erstreckt sich von der äussern auch auf die innere Fläche des Hyaloidealrandes, und ich glaube, dass diese Faltungen die Entstehungsstellen für die beschriebene circuläre Fadenreihe sind, die von dort zum Linsenkapselrand gehen. (Fig. b.)

Eine genauere Auskunft über die histologische Natur dieser Fäden vermag ich nicht zu geben; ich wage nicht, über die Frage zu entscheiden, ob sie histologisch einen Muskelcharakter tragen. Ich habe hier blos ihr Vorkommen anatomisch constatiren wollen, theils durch eigene Wahrnehmung, theils durch die geübte Sehkraft eines ausgezeichneten Künstlers. Auch schien mir das fötale Vorkommen derselben von

Wichtigkeit. Ihre physiologische Deutung überlasse ich einer tieferen Einsicht.

Ich lasse es ferner dahin gestellt sein, ob die besprochene Fadenreihe blosses Bindegewebe ist, das sich allerdings häufig zwischen zwei Membranen von histologischem Charakter, wie die Hyaloidea und Linsenkapsel es sind, bildet. Mir scheint dagegen aber die sehr regelmässige und stark ausgeprägte Structur jener Fäden (Fig. 1 e. 3 b.) zu sprechen, denn die einzelnen Fäden des Bindegewebes sind dünner und von gleichmässigem Durchmesser, nicht wie die abgebildeten Verbindungsfäden bei etwas breiter Basis spitz verlaufend. Ein weiterer Einwurf, den ich mir nicht verhehle, ist der, ob die beschriebenen Spitzen nicht die fasrigen Ausläufer des Randes der Corona ciliaris gegen den Linsenkapselrand sind, die in Chromsäurepräparaten nach dem innern Rand der Corona ciliaris, also in den Zwischenraum zwischen der innern Seite derselben und dem Linsenkapselrand sich einsenken (Fig. 2 e.) Dem sei nun aber, wie ihm wolle, jedenfalls verdient der Gegenstand wiederholte Prüfung; jedenfalls wird es der Wissenschaft und dem Augenarzte von Nutzen sein, die zartfeine Corona ciliaris mit immer neu forschendem Blicke zu betrachten und zu prüfen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Ein Theil der Linse und des Glaskörpers in viermaliger Vergrösserung, und zwar die Verbindungsstelle der Corona ciliaris mit der Linse. Man sieht in aa, bb, cc die ausgebildete Corona ciliaris. bb ist der Uebergang zum Glaskörper (a), die Linse ist in d zu sehen, der ihr zugekehrte Theil der Corona ciliaris in cc; wo der vordere Rand derselben etwas gelüftet ist, in c, ist ein Theil der Verbindungsfäden zu sehen, die der Gegenstand der Besprechung sind.

Fig. 2. Vergrössert gezeichneter Durchschnitt durch eine in verdünnter Chromsäure erhärtete Linse sammt Glaskörper. Es ist auf der linken Seite das Verhältniss der Linse und deren Kapsel zum Glaskörper gezeichnet. aaaa Hyaloidealranddurchschnitt und Glas-

körperdurchschnitt mit Fossa hyaloidea (aa), bb Retina, deren vordere Endigungen auf der Corona ciliaris, die eben dadurch entsteht, dass sich die Zähne der Ora serrata der fötalen Retina in die Falten des Hyaloidealrandes legen (Fig. bb.). cc Linsenkapsel sammt Linse (d) auf dem Durchschnitt. o die Verbindungsfäden zwischen der innern Seite der Corona ciliaris und der Linsenkapsel.

Fig. 3. Vergrössert gezeichnete Darstellung der Verbindungsfäden zwischen der innern Seite des Randes der Corona ciliaris und dem Linsenkapselrand. acc Corona ciliaris-Ende, b Verbindungsfaden spitz gegen die Linsenkapsel verlaufend.

Die nächsten Figuren (Fig. 4—7) sind Fötallinsen mit dem Fötalglaskörper des Menschen. Sie geben Darstellungen von der Entwicklungsgeschichte der Corona ciliaris und deren Verbindungen auf der innern Seite mit der Linsenkapsel.

Fig. 4. Die vergrösserte Zeichnung einer menschlichen Fötallinse mit dem Glaskörper aus dem vierten Monate. aaa der Fötalglaskörper, in bba die untere Seite, wo sich der Hyaloidea-Canal befand, der jetzt geschlossen ist, wo jedoch der Glaskörper noch nicht die Wölbung der andern Seiten erlangt hat. bbbb Hyaloidealrand des Glaskörpers; die Verbindungsstelle mit der Linsenkapsel befindet sich an den Stellen in bbbb, die innerhalb liegen. Der Hyaloidealrand fängt an sich zu bilden, erhebt sich als Rand, und fängt an, seine Einbiegungen zu erleiden, die man am Rande zwischen bbbb sieht. c vordere Ansicht der Linse, die tief im Glaskörper liegt.

Fig. 5. Diese Figur zeigt einen Fötalglaskörper (aa) aus der Zeit des dritten und vierten Monates etwas vergrössert durch die Lupe dargestellt. In bb sieht man, dass sich auf dem Glaskörper der Hyaloidealrand erhebt, er steht in bb ziemlich hoch und von dem obern Theil der Linse ab; in den nach vorn gelegenen Theilen des Hyaloidealrandes fangen an sich Faltungen zu machen. Es sind die ersten Spuren der Corona ciliaris. Sie verlängern sich später nach hinten und geben nach vorn in Spitzen aus, die sich kreisförmig gegen die Linsenkapsel in einen geschlossenen (Fig. 1e.) Rand legen, und in deren Faltungen sich später die zahnförmigen Spitzen der Ora serrata retinae foetalis fügen, wodurch dann die Corona ciliaris vollendet ist. Die zwischen bb gelegenen primären Faltungen des Hyaloidealrandes bewirken auf der innern Fläche (bb) des Hyaloidealrandes ebenfalls Faltungen, die sich verlängern und die Ursprungsstellen der Fäden sind, die der Gegenstand der vorliegenden Mittheilung sind.

Fig. 6. Ein fötaler Glaskörper des Menschenauges, an dem sich jede Spur des Hyaloidea-Canals verloren hat, der rund ist, an dem aber die fötale Halsbildung des vordern Theils desselben zu sehen

'ichtigkeit, Ihre
eferen Einsicht.
Ich lasse es f
'adenreihe bloss
iäufig zwischen
:akter, wie die I
Mir scheint dage
ausgeprägte Stru
denn die einzeln
von gleichmässig
Verbindungsfäd
Ein weiterer E
ob die beschrie
Randes der C
die in Chrom
Corona ciliaris
nern Seite der
ken (Fig. 2 e.
verdient der
es der Wiss
die zartfein
Blicke zu

Fig
Vergröss
der Lin
bb ist
ler il
Rand
ider

der Arterie durch lockeres sehr dehnbares Bindegewebe mit derselben nur so locker verwebt, dass die Arterie in dieser Scheide sich mit Leichtigkeit verschiebt. Nach den Capillaren hin wird jedoch mit der steigenden Verästelung der Arterie dieses Verhältniss immer undeutlicher, bis endlich die der Milzkapsel angehörige Scheide und die arterielle Gefässwand verschmelzen, indem das zwischenliegende lockere Bindegewebe mehr und mehr schwindet, und endlich die Capillaren sich in der Milzpulpa verlieren.

Die Vene verhält sich umgekehrt. Die Venenwand der grösseren wie der kleinen Venen liegt in unmittelbarer Berührung mit der Milzpulpa, und nur bei den allergrössten Sammelvenen entsteht da, wo sie sich dem Laufe der Arterien anschliessen, um endlich die irritable Milzkapsel zu durchbrechen, durch das Auseinanderdrängen der Binnentrabekeln der Anschein, als bestände hier eine durch unzählige einmündende kleinere Venen unterbrochene unvollkommene Venenscheide. Es sind aber auch diese mit einer scheinbaren Scheide versehenen Sammelvenen nirgends in derselben verschiebbar, sondern unmittelbar durch kurzes festes Bindegewebe an das Trabeculargerüst angewebt.

Die beigegebenen Figuren, von denen Figur 1 einen schematisirten Querdurchschnitt durch die Milzgefässe einer Ochsenmilz, die Figur 2 einen eben solchen Längendurchschnitt darstellt, machen das oben geschilderte Verhältniss vollkommen anschaulich.

Der dunklere schwarze Ton a in beiden Figuren bezeichnet das irritable Scheiden- und Trabeculargerüst, in welchem die Milzpulpa eingeschlossen ist. Der hellere Tuschton b bezeichnet das Bindegewebe, welches die Gefässwände theils locker, theils fest mit dem Balkengerüst und dem Inhalt des Binnenraums verwebt, und respective das irritable Milzgerüst tapezirt. Das rothe Gefäss c bezeichnet die Arterie, das blaue Gefäss d die Vene.

Es ist sehr leicht einzusehen, dass dieser Sachverhalt von Wichtigkeit für den Circulationsmechanismus der Milz ist. Die Contraction des irritablen Capsulótrabecular-Gerüstes

der Milz muss auf die Milzpulpa wie auf den Inhalt des Venenlumen in völlig gleicher Weise und zwar unmittelbar entleerend einwirken, wogegen die Arterienlumina der Contraction des Milzgerüstes gegenüber sich anders verhalten werden, indem sie sich in ihren weiten Scheiden, vermöge ihrer sehr lockeren Anheftung, wie die Stempel einer Spritze auf- und niederbewegen können. Es wird ferner aus der vorliegenden Organisation ersichtlich, wie die Arterienpulsation innerhalb der eingestülpten Scheiden ohne directe mechanische Effecte auf die Milzpulpa abläuft.

Ausgewaschene, aufgeblasene und getrocknete Milzpräparate, an welchen man die vorstehend angegebenen Verhältnisse auf das Schönste anschaulich machen kann, habe ich mir auf folgende Weise bereitet:

Man schneidet von der mit grösster Sorgfalt ohne Verletzung der Milzgefässe herausgenommenen Milz am unteren Ende ungefähr ein Sechstel des ganzen Organs mit einem einzigen Schnitte ab. Von der hierdurch gebildeten Durchschnittsfläche der Milz aus wäscht man durch leichtes Reiben in einem grossen Gefäss mit Wasser das Parenchym der Milz aus. Es ist dies durchaus nicht schwierig, erfordert aber grosse Vorsicht und Geduld, da das bei einer Ochsen- oder Pferdemilz äusserst mühselige Geschäft in einer einzigen Session beendet werden muss, und diese leicht 5—6 Stunden Zeit erfordern kann. Die Schnittfläche der gut ausgewaschenen Milz wird hierauf in eine Buchbinderpresse eingeklemmt und bis zum luftdichten Verschluss festgeschraubt, und dann von der Arterie aus aufgeblasen, während die Venen gut unterbunden sind. Die aufgeblasene Milz wird in starkem Luftzug möglichst rasch getrocknet, was am besten im Winter bei einer Temperatur unter 0° gelingt. Directe Sonnenbeleuchtung oder Ofenwärme verderben das Präparat. Das gelungene trockene Präparat wird in passender Entfernung von der Buchbinderpresse abgeschnitten, weil der der Einklemmungsstelle zunächst gelegene Theil natürlich nicht vollständig entfaltet und mithin unbrauchbar ist, und dann in belie-

bige Stücke zerschnitten, wie man sie gerade für passend hält, um die Verhältnisse des Binnenraums anschaulich zu machen. Von einzelnen Schnittflächen kann man sodann beliebig feine Abschnitte machen, und dieselben wieder im Wasser aufweichen, um an ihnen das wechselseitige Verhalten der Gefässwände und des Milzgerüstes zu studiren.

So unendlich einfach dies Verfahren auch ist, so errieth doch keiner der vielen Collegen, welche dergleichen aufgeblasene Milzpräparate bei mir gesehen haben, die Art, wie sie gewonnen wurden, weshalb ich hier die Präparationsmethode angegeben habe.

Anmerkung der Redaction.

Ich nehme hier die Gelegenheit, auf die unter meiner Leitung angestellten Untersuchungen Hlassek's über die Milz (Disquis. de structura et textura lienis. Diss. inaug. Dorpati Liv. 1852, 4to; c. tab. I) hinzuweisen, welche im Allgemeinen wenig, und vielleicht auch dem Herrn Verfasser nicht bekannt geworden sind. Ein Referat dieser Arbeit findet sich im Jahresbericht des Müller'schen Archiv's vom Jahre 1852 (Müll. Arch. 1853, p. 75). Aus Hlassek's Untersuchungen, welche vorzugsweise an der Milz des Rindes und Pferdes angestellt worden sind, geht hervor, dass die gefässhaltigen (den Stamm und die Verästelungen der Art. lienalis, desgleichen die sympathischen Nerven und Lymphgefässe führenden) und die gefässlosen Trabeculae lienis nicht als Einstülpungen der Kapsel der Milz anzusehen sind, sondern die in ein Balkennetz aufgelösete Tunica adventitia der Vena lienalis, ihrer Verästelungen und der Cavernen darstellen. An jeder Milz vom Rinde kann man sich leicht überzeugen, dass die bis zum Hilus der Milz gesondert von der Vene verlaufende Art. lienalis, desgleichen die sympathischen Nerven und Lymphgefässe, beim Eintritt in das Parenchym der Milz, insgesammt in die Tunica adventitia der Vena lienalis eindringen und darin, sowie schliesslich auch in der Tunica intima, sich weiter verzweigen. Man überzeugt sich ferner eben so leicht und sicher, indem man den Venenstamm und dessen nächste Verästelung der Länge nach spaltet, dass die Tunica adventitia derselben im Parenchym der Milz sich in ein Netz von Balken auflöset, zwischen welchen zahlreiche Oeffnungen zu den Aesten führen, oder auch die Tunica intima einfach (ohne adventitia) ausgespannt ist. Das stärkste Fascikel dieses Balkennetzes führt, wie in einer Scheide, die in die Tunica adventitia Venae lienalis aufgenommene Arterie mit dem Nerven und mit Lymphgefässen, und eben dasselbe Structurver-

halten wiederholt sich in den Verzweigungen der Vena lienalis bis in die Cavernen hinein. Neben den stärkeren gefäss- und nervenhaltigen Fascikeln finden sich feinere und feinere, welche die Verästelungen der Nerven und Gefässe aufnehmen. Die feinsten Verästelungen scheinen der Tunica intima anzugehören. Wo aber die Arterien ziehen, da haben sie zur Seite gewöhnlich die Nerven und auch die Lymphgefässe sowie schliesslich die Malpighi'schen Körperchen. Bei Thieren, welche in der Tunica adventitia lienalis schon vor dem Eintritt in den Hilus Muskelfasern enthalten, finden sich dieselben auch in dem Balkennetz vor, und umgekehrt. Hlassek weiset ferner darauf hin, dass die Kapsel der Milz aus zwei Lagen bestehe, aus der äusseren, der eigentlichen Tunica propria, und aus einer inneren, dem Parenchym der Milz zugewendeten, welche überall, wie Injectionen lehren, auf Cavernen der Milzvene stossen und mit den Trabeculae derselben in Verbindung stehen. Der Verf. betrachtet daher diesen Theil der Kapsel als zu den Cavernen der Milz gehörig, als einen besonders und fester ausgebildeten Theil aller derjenigen Cavernen, die an der Oberfläche der Milz ausgebreitet liegen. In Betreff der Muskeln verhält sich diese Schicht der Milzkapsel, wie die Trabeculae der Tunica adventitia Venae lienalis. Anderweitige Bestandtheile, als solche, die sich auf die Nerven, auf die Gefässe und Milzkörperchen sammt deren Inhalt beziehen, sind in der Milz nicht vorzufinden. Die Pulpa lienis wird gegenüber den stärkeren Fascikeln der Tunica adventitia der Vena lienalis und der Cavernen, hauptsächlich durch die feineren Bestandtheile der Wandungen der letzteren, an welchen sich auch die Milzkörperchen finden, sowie durch das stagnirende Blut vertreten.

R.

Experimentalbeitrag zur Theorie der Hemmungsnerven.

Von

DR. EDUARD PFLÜGER.

Nachdem Eduard Weber die merkwürdige Beobachtung gemacht hatte, dass die Erregung der Nervi Vagi die Bewegungen des Herzens zu verlangsamen, ja sogar für längere Zeit vollkommen aufzuheben vermöge, erkannte er sofort, dass es sich hier um ein neues Prinzip in der Mechanik der Nervenwirkungen handele. Dieses Prinzip bestand aber bekanntlich darin, dass durch die Erregung eines Nerven ein in steter Bewegung begriffenes musculöses Organ zur Ruhe gebracht wird, in welchem sich dieser Nerv verbreitet, während die Reizung der Muskelnerven sonst gerade den ruhenden Muskel zur Thätigkeit aufruft. Die grösste Zahl der besten Forscher hat sich Weber angeschlossen, und zwar nicht allein in Bezug auf die Thatsache, sondern auch auf ihre Deutung. Indem ich später die eigenthümliche Bewegungsweise des Herzmuskels in das Auge fasste, und die eigenthümliche Beziehung dieser zu dem Cerebrospinalsystem, legte ich mir die Frage vor, ob ein solches Verhalten überhaupt wohl eine tiefere Beziehung zu dem neuen Prinzipe haben möge. Ich suchte und fand so in den Nervi splanchnici die Hemmungsnerven für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. In der Erklärung aber schloss ich mich Weber an. Es ist nun aber gleichwohl in neuester Zeit gegen die Deutung der über die Hemmungsnerven bekannt gewordenen Thatsachen zu Felde gezogen worden. — Ehe

ich zur Widerlegung der vorgebrachten Gründe übergehe, will ich zunächst diejenigen Momente zusammenstellen, welche ausreichen, das von Weber, Ludwig und mir aufgestellte Princip über allen Zweifel zu erheben.

Das erste allgemeine Gesetz, auf welches sich das neue Princip stützt, ist kein anderes als das der specifischen Energie der Nerven. Dieses Gesetz sagt aber, dass ein und derselbe Nerv auf stets gleiche Weise reagirt, wie verschieden die Qualität der Reize sein möge, welche man auf denselben wirken lässt, und dass verschiedene Nerven stets in verschiedener Weise, jeder nach seiner Art, zur Thätigkeit übergehen, wie gleich auch die Reize sein mögen, welche dieselben erregen. Wenn wir also einen Nerven auf elektrischem, chemischem, mechanischem Wege nach der gebräuchlichen Methode tetanisiren, und so einen bestimmten Erfolg in dem mit dem Nerven verknüpften Endapparat wahrnehmen, so dürfen wir sicher sein, dass auch während des unversehrten Lebens im Thiere dem gegebenen Nerven die beobachtete Fähigkeit zukomme. Es hat sich nun bei Untersuchung der Reizung der Nn. Vagi und Nn. Splanchnici ergeben, dass die Wirkung aller Reize, solange sie überhaupt vermöge ihrer Quantität noch irgend eine Wirkung hervorbringen, stets und allemal darin besteht, die Bewegungen des Herzens oder Darmes zu verlangsamen, oder ganz aufzuheben, diese Organe also zu diastolischer Ruhe zu bestimmen. Hiermit ist der absolut strenge Beweis geführt, dass die Thätigkeit des Hemmungsnerven die umgekehrte von der des motorischen Nerven ist, indem er den Muskel nicht zur Contraction veranlasst, sondern den aus anderen Gründen sich contrahirenden Muskel zur Ruhe bestimmt.

Das zweite allgemeine Gesetz, auf welches sich die Wirklichkeit des neuen Princips stützt, ist die Thatsache, dass der peripherischen Nervenfaser niemals Automatie zukommt, oder mit anderen Worten, dass eine solche Faser in ewiger Ruhe verharren würde, wenn sie nicht von Aussen her oder überhaupt durch irgend eine nicht primär in ihr entwickelte Kraft zur Thätigkeit bestimmt wird. Wollen wir also über

die specifische Natur der Thätigkeit eines Nerven in das Klare kommen, so beobachten wir die Functionsart des Organes, in welchem sich der Nerv verbreitet, und stellen dann plötzlich diejenigen Bedingungen her, durch welchen wir ihn bekanntlich den automatischen Kräften des ihn erregenden Centralorganes entziehen. Dies geschieht am zweckmässigsten dadurch, dass wir die Continuität der Nerven an einer Stelle lösen, ihn also durchschneiden. Wenn nun sofort gewisse dauernde Aenderungen in den Leistungen des Endorganes des Nerven auftreten, so dürfen wir mit Sicherheit behaupten, dass diese Aenderungen durch den Wegfall des Nerveneinflusses erzeugt worden seien. Es hat sich nun nach Durchschneidung der Nn. Vagi herausgestellt, dass sich augenblicklich die Bewegung des Herzens in ausserordentlicher Weise vermehrt, so zwar, dass die Pulsfrequenz die 2 bis 3fache Höhe erreicht. Hieraus müssen wir also schliessen, dass während des Zusammenhangs der Vagi mit den erregenden Centralorganen dieselben fortwährend die Geschwindigkeit des Rhythmus beherrschen, d. h. mit wachsender Energie die Bewegung herabsetzen, mit abnehmender also vermehren. Wie also ein gelähmter motorischer Nerv das Organ zu ewiger Ruhe verurtheilt, in dem er sich verbreitet, ein erregter zu fortwährender Thätigkeit, so bestimmt umgekehrt der erregte Hemmungsnerv die Ruhe, der gelähmte aber die grösste Thätigkeit des Organs. Es handelt sich hier also um einen Nervenantagonismus.

Das ist so einfach, so natürlich, dass es unbegreiflich ist, wie ein Physiologe nunmehr noch gegen das Princip der Hemmungsnerven auch nur einen leisen Zweifel auszusprechen vermag. Schiff ist es, dessen Einwände ich nunmehr beleuchten will, weil sie ihn soweit verleitet haben, in seinem Lehrbuche der Physiologie die Lehre von den Hemmungsnerven in einer vollkommen irrigen Weise zu behandeln. Es sind besonders zwei von ihm ermittelte Thatsachen, welche er zur Begründung angiebt, von denen die eine falsch, die andere aber unrichtig gedeutet ist.

Die erste Behauptung ist die, dass nach Schiff nur

ziemlich starke den Hemmungsnerven tetanisirende Ströme das Herz oder die Gedärme zur Ruhe bringen, während schwache Reize, welche andere Nerven nur unbedeutend erregen, die Bewegungen der genannten Organe vermehren. Ich habe mich der Mühe unterzogen, diese Behauptung auf das Gewissenhafteste sowohl für den Vagus, als für den Splanchnicus zu prüfen und mich auch auf das Vollkommenste überzeugt, wie dies für den Vagus auch schon von anderen Beobachtern geschehen ist, dass niemals die noch so schwache Reizung eine Spur von Vermehrung der Bewegungen zur Folge hat. Ich begann die Untersuchung zunächst am Frosche, bei welchem ich den Versuch entweder von einem oder von beiden Vagi aus anstellte. Die Methode aber war folgende: Zunächst verschob ich die secundäre Rolle des Magnetelektromotors, dessen Schlittenlänge vom Ende der primären Rolle an 78 Cm. betrug, also doppelt so lang war, als die gewöhnlichen Apparate, bis ich, wenn der Nerv eines stromprüfenden Schenkels aufgelegt wurde, keine Spur von Zuckungen mehr erhielt. Hiermit noch nicht zufrieden, entfernte ich dann die secundäre Rolle noch um weitere 30 Cm. Ich gebe nun als Beispiel einige Versuche, von denen die ersten zwei von Einem Vagus aus angestellt sind. Die erste Columne giebt den Abstand der einander zugekehrten Endflächen der primären und secundären Rolle an, die zweite die Zahl der Zusammenziehungen des Herzens in einer Minute, wenn nicht tetanisirt wurde, die dritte dasselbe, wenn durch den Vagus sich die Inductionsströme begaben. Der Nerv war stets mit äusserster Sorgfalt präparirt, und wurden dann den Elektroden mit den bei elektrischer Reizung nothwendigen Cautelen aufgelegt. Nie war der Vagus vor Anstellung des Versuchs mit schwachen Strömen durch stärkere gereizt worden.

No. 1.

Abstand der Rollen. Cm.	Zahl der Pulse während der Ruhe des Vagus.	Zahl der Pulse während der Erregung.
108	63	62
98	62	62
88	60	60
78	52	53
68	52	52
58	52	48
48	48	46
38	44	44
28	44	42
18	44	40
8	44	36
	44	1

No. 2.

Rollen-abstand. Cm.	Versuchs-zahl.	Zahl d. Pulse bei Ruhe des Vagus	Versuchs-zahl.	Zahl d. Pulse beim Tetanisiren.
78	1	56	3	52
	2	48	4	52
68	5	48	7	48
	6	52	8	48
58	9	52	11	48
	10	52	12	50
48	13	46	15	44
	14	44	16	40
38	17	48	19	44
	18	44	20	38
28	21	40	22	40
18	23	42	24	36
8	25	42	26	4
0	27	42	28	1

Bei den nun folgenden Versuchen wurde die secundäre Stelle nicht plötzlich um 10 Cm. gegen die primäre verschoben, sondern während des Tetanisirens ganz allmälig um 10 Cm. genähert, so dass also alle Werthe der Inductions-

ströme durchlaufen werden mussten. Die Zeitdauer der Beobachtung beträgt in No. 3 nur 15″. Beide Vagi liegen nach Weber's Methode auf den Elektroden.

No. 3.

Rollenabstand. Cm. | Cm.	Versuchszahl.	Zahl d. Pulse bei Reizung d. Vagi.	Versuchszahl.	Zahl d. Pulse beim Tetanisiren.
98 — 88	1	12	2	10
88 — 78	3	11	4	9
78 — 68	5	11	6	10
68 — 58	7	11	8	11
58 — 48	9	12	10	11
48 — 38	11	11	12	10
38 — 28	13	11	14	10
28 — 18	15	10	16	9
18 — 8	17	11	18	6
8 — 0	19	11	20	1

Genau wie Versuch No. 3 wurde auch No. 4 angestellt, und ergab folgendes Resultat:

No. 4.

Rollenabstand. Cm.	Versuchszahl.	Pulszahl bei Ruhe der Vagi.	Versuchszahl.	Zahl d. Pulse b. Tanisiren.
78	1	12	2	12
68	3	12	4	11
58	5	11	6	11
48	7	10	8	10
38	9	10	10	10
28	11	10	12	6
18	13	9	14	7
8	15	9	16	5
0	17	9	18	1
0	19	9	20	1

Aus diesen Versuchen am Frosche erhellt nun auf das Evidenteste, dass so schwache Inductionsströme, welche einen Froschschenkel nicht mehr zur Zuckung bringen, auch keine

oder nur eine äusserst schwache Wirkung auf die Vagi ausüben; diese Wirkung ist aber eine solche, die um ein Geringes die Pulsfrequenz vermindert, wie man bei Vergleichung der Zahlen bemerkt. Bei allmäliger Steigerung der Stromstärke gewinnt diese Wirkung an Macht, bis endlich die Hemmung in evidenter Weise hervortritt.

Ich wollte nicht unterlassen der Wichtigkeit des Gegenstandes halber dieselbe Frage noch bei Säugethieren zu prüfen, zu welchem Ende ich den Versuch am Kaninchen anstellte genau auf dieselbe Weise, wie am Frosche, und die Zahl der Pulse entweder mit Auscultation oder mit Hülfe der Middeldorpf'schen Nadel bestimmte, welche bei jeder Zusammenziehung des Herzens gegen eine Glasglocke anschlug. Die Resultate, welche ich hier erhielt, unterschieden sich von den beim Frosch erhaltenen gar nicht. Bei Strömen, welche einen Froschnerven nicht mehr erregten, vermochte ich von beiden Vagi aus nur mitunter eine geringe Wirkung auf das Herz zu constatiren. Diese Wirkung bestand aber in einer Herabsetzung der Pulse, niemals in einer Vermehrung.

Ich wandte mich sodann nochmals zur Prüfung des Splanchnicusversuches mit schwächsten Strömen, zu welchem Ende ich stets vorher die secundäre Rolle soweit von der primären entfernte, dass ein frisch präparirter stromprüfender Schenkel keine Spur einer Wirkung mehr anzeigte. Aber es würde der Wahrheit in das Gesicht schlagen heissen, wenn ich zugeben wollte, dass bei diesen Strömen jemals eine Vermehrung der Peristaltik eingetreten wäre. Mitunter schien mir bei ursprünglich geringen peristaltischen Bewegungen eine geringe Wirkung vorhanden, weil schwache Bewegungen sofort verschwanden, wenn der tetanisirende Strom in den Nervus Splanchnicus einbrach. Liess ich nun die Stärke der Ströme noch mehr abnehmen, so waren und blieben dieselben wirkungslos; liess ich sie aber anwachsen, so trat immer deutlicher die hemmende Wirkung hervor.

Hat Schiff den Versuch von beiden Splanchnici aus, deren jedem er ein besonderes Elektrodenpaar anlegte,

angestellt, und Bewegungen bestimmt entstehen sehen, so würde ein stromprüfender Schenkel, mit seinem Nerven dem an der Cardia herablaufenden Vagus angelegt, durch seinen Tetanus ihm verkündet haben, dass mit dem Augenblicke des Hereinbrechens der Inductionsströme die elektrische Wirkung sich nicht nur auf die Splanchnici, sondern auch auf die angrenzenden Nerven ausgebreitet habe.

Die von Schiff behauptete Erzeugung vermehrter Bewegungen durch Reizung der Hemmungsnerven erweist sich mithin als eine irrige, die aller Wahrscheinlichkeit nach dadurch erzeugt wurde, dass er nicht sorgfältig genug die unipolaren Wirkungen und Stromschleifen überwachte. Denn wenn dies nicht geschieht, kann man allerdings, wie gesagt, solche Erscheinungen erzeugen, wie sie Schiff angiebt, da Herz und Darm in ihren Bewegungen sich beschleunigen, wenn sie von schwachen Strömen unmittelbar betroffen werden. Der von uns für das Princip der Hemmungsnerven im Beginn aufgestellte Beweis bleibt demnach in Kraft bestehen, wie dies bereits von vornherein auf Grund des zweiten Beweises nicht anders erwartet werden konnte. Denn wenn wirklich, wie Schiff meint, der Vagus, d. h. seine Rami cardiaci, die motorischen Nerven des Herzens wären, also die Bewegungen während des Lebens anregten, und nur bei besonderer Art der Misshandlung mit Inductionsströmen jene so wunderbare mächtige Wirkung erlangten, wie sollte es in aller Welt möglich sein, dass diejenige Wirkung, welche sie während seines Unversehrtseins im Leben hervorbringen, bei seiner Lähmung nur um so mächtiger hervortritt, da die Herzbewegung nach der Lähmung doch so sehr zugenommen hat. Das heisst doch in der That nichts anders, als dass durch Wegnahme der Ursache die Wirkung nicht allein nicht verschwinde, sondern noch zunehme! Das würde meiner Ansicht nach vollständig ausreichen, das Princip der Hemmungsnerven über jeden Zweifel erhaben zu stellen, und es würde nicht nothwendig sein, noch einen Versuch zu besprechen, den Schiff zur Begründung seiner Ansicht vorbringt, wenn der Versuch nicht vielleicht dem der Sache ferner Stehenden doch

einen Zweifel an der Richtigkeit des neuen Principes erregen könnte, weil er die Bedeutung des Versuchs und die irrthümliche Auffassung, die Schiff ihm gegeben, nicht durchschaut.

Schiff behauptet nämlich kurz und gut, dass man auch den Ischiadicus zum Hemmungsnerven des Gastroknemius machen könne, wenn man ihm denjenigen Grad von Erschöpfung durch heftige Reizungen verleihe, in welchen die Hemmungsnerven wegen ihrer seiner Ansicht nach so äusserst leicht erschöpfbaren Erregbarkeit sofort, wenn man sie reizt, verfallen. Der eigentliche Sinn seiner Meinung wird nun aus dem sofort zu referirenden Versuche klar erhellen.

Schiff präparirt also den stromprüfenden Schenkel, und legt dem Plexus sacralis die Elektroden des Inductionsstromes an. An einen peripherischeren Theil des N. ischiadicus unmittelbar über der Kniekehle applicirt er darauf ein zweites Elektrodenpaar, welches dem Nerven den sehr schwachen Strom einer Kette zuführen soll, in deren Kreis ein Uhrwerk eingeschaltet ist, welches mit seinem Pendel den Strom abwechselnd öffnet und schliesst. In Folge dessen zuckt der Muskel regelmässig nach gleichen Intervallen, ahmt also gleichsam die Pulsationen des Herzens nach. Schiff tetanisirt nun den Schenkel von der oberen Strecke aus mit sehr mächtigen Inductionsströmen so lange, „bis die Muskeln des Unterschenkels und der Finger trotz des fortwährenden Stromes gar nicht mehr zittern und die Gelenke sich ganz passiv in jeden Grad der Beugung bringen lassen“. (S. Schiff, Lehrbuch der Physiologie. S. 188.) „Aus dem Vorhergehenden ist es bekannt, dass wir dann nur momentan den (tetanisirenden) Strom zu unterbrechen haben, um bei seinem Wiedereintritt eine einmalige schwache Muskelzuckung zu erzeugen, auf die dann, so lange die Tetanisirnng dauert, wieder völlige Ruhe folgt.“ Lässt man nun den Gastroknemius pulsiren, indem die an den unteren Theil des Ischiadicus angelegte Kette durch das Uhrwerk abwechselnd geöffnet und geschlossen wird, und tetanisirt dann den Plexus sacralis, so erfolgt von dem erschöpften Nerven, der sich wieder etwas erholt hat, ein schnell vorübergehender Tetanus, indem die

Inductionsströme bald nicht mehr wirksam sind, und gleichzeitig hören die Pulsationen des Gastroknemius auf, sind „gehemmt", trotz des regelmässig wiederkehrenden Reizes, so lange die abwechselnden Inductionsströme durch den oberen Theil des Schenkelnerven oder durch seinen Plexus gehen. Hält man jetzt den Hammer (des primären Kreises) ein, so wird der untere Reiz wieder wirksam. Die Pulsationen in den Fussmuskeln beginnen von Neuem und setzen sich regelmässig fort, bis der freigelassene abwechselnde Strom von Neuem den oberen Theil der Nerven reizt." Schiff hat diesen „merkwürdigen" Versuch oft vorgezeigt, und auch Herr Valentin hat sich von seiner Richtigkeit überzeugt.

Das ist nun der „Blitzschlag"(!), der das Princip der Hemmungswirkung vernichten soll (S. Schiff a. a. O. S. 191), obwohl Schiff dann sofort so unvorsichtig ist, eine Erklärung der Erscheinung zu geben, welche, wenn sie richtig wäre, bereits allein ausreichen würde, zu zeigen, dass dieser Versuch mit den Erscheinungen der Hemmungsnerven nicht das Mindeste zu schaffen hat. Schiff glaubt nämlich, dass in dem Elektrotonus der Schlüssel zur Erklärung seines Versuches liege. Warum bedenkt nicht Schiff, dass wir Nerven auch so zu reizen vermögen, dass kein Elektrotonus entsteht, in welchem Falle doch auch die Hemmungsnerven (bei mechanischer oder chemischer Reizung), also ohne Elektrotonus ihre hemmenden Wirkungen zeigen? In seiner speciellen Erklärung des Versuchs meint Schiff nun, dass bei den abwechselnden Strömen die positive Phase stets die Oberhand habe, in Widerspruch mit den Untersuchungen du Bois-Reymond's, welcher bei starken Strömen keinen specifischen Unterschied der positiven und negativen Phase beobachtete, sondern nur ein Ueberwiegen derjenigen, welche durch den Schliessungsinductionsschlag hervorgebracht war. Zur Erklärung der durch chemische und mechanische Reizung herbeigeführten Hemmung der Herzbewegung beruft er sich nun auf „Unregelmässigkeiten des Nervenstromes", welche nach sehr heftigen Misshandlungen der Nerven entstehen (du Bois I. p. 552), nachdem er vorher die Behauptung aufgestellt hat,

der Nervenstrom habe mit der Function nichts zu schaffen, sondern rühre von den Hüllen des Nerven her. Schiff bedenkt also nicht, dass die Qualität des Reizes für die Qualität des Erfolges ganz gleichgültig ist, nicht allein, wenn der Reiz den Nerven in seinen Lebenseigenschaften alterirt, sondern wenn er ihn sogar zerstört.

Ich habe die Erscheinung, welche Schiff beschreibt, nach der von ihm angegebenen Weise untersucht, und dabei Folgendes ermittelt: So lange man mit Hülfe des Uhrwerks den Strom öffnet und schliesst, treten fortwährend, wegen der hierdurch bedingten grossen Ableitung, die dem einen Inductionspol gegeben ist, bei der bedeutend hohen Stromstärke mächtige unipolare Wirkungen auf, welche die ganzen Nerven vom Plexus sacralis an durchsetzen, wie man nach Durchschneidung des Nerven zwischen beiden Elektrodenpaaren bemerken kann, wenn man die Schnittenden wieder zusammenklebt oder durch einen Tropfen Eiweiss, der auf einer Glasplatte sich befindet, leitend verbindet. Ich habe deshalb den stromprüfenden Schenkel auf der Glasplatte des allgemeinen Trägers befestigt, den Nerven auf eine zweite Glasplatte gelegt, und sodann dem Plexus sacralis die Elektroden des Inductionsstromes applicirt. Die Reizung oberhalb der Kniekehle geschah mit einem Zinkplatinbogen, welcher an einem Glasstab festgekittet war. Nunmehr erwies sich die dem Pole gegebene Ableitung so gering, dass selbst sehr mächtige Ströme keine bemerkbaren unipolaren Wirkungen zeigten. Nachdem ich mich zunächst mit den in der secundären Spirale erzeugten Wechselströmen auch jetzt noch von dem Schiff'schen Versuche überzeugt hatte, und von der Unabhängigkeit desselben von der Richtung des Oeffnungsschlags, zu welchem Ende ich mit Hülfe eines Commutators die Ströme im Nerven umkehren konnte, prüfte ich dann das Verhalten gleichgerichteter Inductionsströme, zu welchem Ende ich den Extrastrom aus der primären Spirale ableitete, und zum Tetanisiren bald in auf- bald in absteigender Richtung benutzte. Hier bemerkte ich nun, dass anfangs die absteigenden Inductionsströme die „hemmende" Wirkung nicht

oder nur wenig zeigen, während die aufsteigenden sie bereits in vollem Maasse entwickeln. Dies ist in Uebereinstimmung mit meinem allgemeinen Gesetze, dass vor dem Strome stets die Erregbarkeit erhöht, hinter dem Strome vermindert wird. Sehr schnell aber tritt dann auch bei längerem Tetanisiren beim absteigenden Strome die „hemmende“ Wirkung auf und hiermit schwindet die Wahrscheinlichkeit in hohem Grade, dass der eigentliche Grund der Erscheinung im elektrotonischen Zustand zu suchen sei. Denn seit Jahren mit Untersuchung des Einflusses des Elektrotonus auf die Veränderungen der Erregbarkeit beschäftigt, wo ich viele Monate lang z. B. fort und fort nur den Zustand vor dem absteigenden Strome untersuchte, habe ich gleichwohl niemals auch nur eine Ausnahme wahrgenommen; ich habe niemals die Erregbarkeit herabgesetzt gefunden. Die Untersuchung geschah freilich an frischen Nerven — aber oft hatte ich noch nach der 200sten Zuckung die Erhöhung deutlich vor Augen. — Ja ich habe sie an Fröschen jeder Art unter den verschiedensten Lebensbedingungen, zu den verschiedensten Jahreszeiten immer ausnahmslos gefunden, weshalb ich mich nicht ohne bessere Gründe entschliessen kann, hier zu glauben, dass unter Umständen die negative Polarisation mit verminderter Erregbarkeit sich verknüpfe. Halten wir uns aber streng vor Augen, dass wenn Schiff's Versuch im Elektrotonus der Nerven seinen letzten Grund wirklich dennoch hätte, dann offenbar die Hemmungswirkung der Vagi und Splanchnici nicht aus derselben Ursache abgeleitet werden dürfte, weil wenigstens für den Vagus auch die mechanische und chemische Reizung denselben Erfolg mit sich bringt, bekanntermassen aber ohne Elektrotonus einhergeht. Am leichtesten liesse sich die Vorstellung, dass die hier beobachteten Erscheinungen wesentlich vom Elektrotonus herrühren, dadurch widerlegen, wenn der Schiff'sche Versuch auch dann noch gelänge, während man mit Heidenhain's „mechanischem Tetanomotor“ den Nerven erregte. Ich habe den Versuch angestellt, aber wie vorauszusehen war, ohne Erfolg, was also wiederum nicht für Schiff spricht, da mit mechanischer Rei-

zung doch das Herz zum Stillstand zu bringen ist. — In der Folge werde ich darlegen, warum die mechanische Reizung die bei elektrischem Tetanus beobachtete Erscheinung nicht zeigt. — Die Erklärung des Schiff'schen Versuches ist meiner Ansicht nach folgende:

Wenn man die Inductionsströme und zunächst nur diese durch den Plexus sacralis gehen lässt, bricht zuerst wie natürlich ein heftiger Tetanus im Muskel aus; nach einiger Zeit bei Fortdauer der Ströme nimmt dieser allmählig an Stärke ab, verschwindet endlich ganz und beginnt, so lange man auch mit dem Tetanisiren fortfahren möge, niemals wieder. Unterbricht man aber die Inductionsströme, wenn eben der Tetanus aufgehört hat, auch nur einen Augenblick, der nicht über eine Secunde sich zu erstrecken braucht, so erscheint, beim Wiederumtetanisiren des Nerven, sofort der Tetanus ziemlich kräftig wieder, verschwindet aber diesmal sehr rasch, obschon man weiter tetanisirt. Dieses lässt sich sehr oft selbst bei äusserst heftigen Strömen wiederholen, die durch den menschlichen Körper geleitet unerträglich sind. Wie ist die Erscheinung nun zu erklären? Offenbar verändert die lange mächtige Reizung das Präparat in eigenthümlicher Weise, und führt bald eine sehr bedeutende Erschöpfung herbei, von der es sich aber sehr rasch bis zu einem gewissen Grade wieder erholt. Wie viel bei der Erschöpfung auf den Muskel, wie viel auf den Nerven komme, ist genauer schwer zu ermitteln. Sicher ist, dass beide erschöpft werden. Hätte nun Schiff den Reiz, welcher periodisch den Muskel zu Zusammenziehungen anregen soll, zwischen den Elektroden des Inductionsstromes angebracht, so würde der Erfolg derselbe gewesen und die Deutung seines Versuches ihm dann klar geworden sein. Denn wenn die gewaltigen Inductionsschläge den Nerven so erschöpft haben, dass sie selbst nicht mehr eine Spur von Zuckung hervorzurufen vermögen, wie soll man in aller Welt erwarten, dass der so schwache Reiz des Kettenstromes es vermöchte. Gönnt man dann dem Nerven wieder die zur Erholung nothwendige Zeit, so wirkt der schwache Reiz auch wieder, bis er abermals un-

wirksam gemacht wird, durch die heftigen Schläge, welche sehr rasch die Erregbarkeit wieder deprimiren. Da aber, wie Schiff selbst zugiebt, durch die mächtige Erregung der Nerv auch ausserhalb der Elektroden an Erregbarkeit abnimmt, so muss für seinen Versuch dieselbe Deutung Platz greifen. Somit ist die Erscheinung auf die einfachste Art erklärt, und nur eine Behauptung Schiff's noch ist es, die sich dem nicht zu fügen scheint. Um nämlich die Analogie seines Ischiadicus-Hemmungsversuches mit den ächten Hemmungserscheinungen zu vervollständigen, giebt er an, dass die rhythmischen Zuckungen, welche nach Unterbrechung der tetanisirenden Ströme wieder auftreten, mächtiger sind als die vorhergegangenen und nächstfolgenden. Hier hat Schiff nun offenbar vergessen, dass er einige Seiten vorher behauptete, die Erregbarkeit werde durch die Reizung nicht nur local an der vom Strom betroffenen Stelle, sondern auch in dem gesammten Nerven herabgesetzt. Soviel lässt sich nämlich bestimmt behaupten, dass die Erschöpfung der Nerven sich nicht allein auf die unmittelbar durchflossene, sondern auch auf die vom Strome nicht betroffenen Strecken bezieht. Ich habe mich hiervon folgendermassen überzeugt.

Ich präparirte rasch hintereinander 2 stromprüfende Schenkel von demselben Frosche, und legte beide Nerven zusammen mit dem über der Kniebeuge gelegenen Theil des Ischiadicus über die Elektroden der secundären Spirale eines Schlittenelektromotors, welche ich allmälig der primären näherte, bis die in ihr erzeugten Inductionsströme beide Schenkel eben in Tetanus versetzten, deren jeder auf einer Glasplatte des allgemeinen Trägers befestigt war. Dann legte ich auf ein zweites Elektrodenpaar eines zweiten Magnetelektromotors den Plexus sacralis desjenigen Nerven, der zuerst seinen Muskel zu Tetanus veranlasst hatte, und tetanisirte ihn so lange, bis er die mächtigen Inductionsströme ertrug, ohne dass sein Muskel eine Spur von Zuckung zeigte. Unterbricht man nun diese starken tetanisirenden Ströme, und prüft dann mit der ersten Spirale bei unverändertem Abstand derselben von der primären wieder die Nerven an dem unteren Theile, so zeigt

es sich, dass jetzt nur derjenige Muskel in Tetanus verfällt, dessen Nerv nicht von den starken Inductionsströmen betroffen worden ist. Man muss die secundäre Spirale beträchtlich der primären nähern, bis auch der andere früher reizbarere Schenkel in Zuckungen verfällt. Aber auch hier ist es sehr interessant zu sehen, wie rasch sich die Erregbarkeit des stark tetanisirten Schenkels wieder hebt. Denn wartet man eine Secunde und tetanisirt mit den schwachen Strömen wiederum, so ziehen sich beide Schenkel wieder kräftig zusammen. Lässt man dann wieder durch den einen Ischiadicus am Plexus sacralis wie früher ein paar Augenblicke die starken Inductionsströme gehen, welche Anfangs auch wieder Tetanus erzeugen, und prüft nach ihrer Unterbrechung die beiden Präparate wieder von Neuem, so reagirt der eben tetanisirte Schenkel schwach oder gar nicht, während der andere sich kräftig zusammenzieht. Nach einigen Secunden aber ergiebt die Prüfung bei beiden kräftige Wirkung. So kann man den Versuch viele Male wiederholen. Derselbe lässt sich nicht wohl anders deuten, als dass die Erregbarkeit auch ausserhalb der Elektroden durch mächtige elektrische Reizungen bedeutend herabgesetzt wird, wie zwischen den Elektroden, sich aber sehr rasch nach aufhörender Reizung wieder zu heben vermag. Im Muskel kann der Grund nicht gesucht werden, weil dieser ja während des Tetanisirens mit den starken Strömen sehr schnell reactionslos wird, also in Ruhe verharrt und hinlänglich Zeit hätte, sich zu erholen, da die beobachtete Erholung ja so äusserst rasch eintritt, wenn nur der Nerv nicht tetanisirt wird. Wie man sieht, ist der Versuch so angestellt, dass der andere Schenkel jede unipolare Wirkung sofort anzeigt. Ich habe den Versuch noch so eingerichtet, dass ich statt mittels der starken Inductionsschläge mit dem mechanischen Tetanomotor erregte. Offenbar aber bleibt die Reizung zu gering und zerstört zu schnell die unmittelbar betroffene Stelle, so dass ich hier nicht mit Bestimmtheit denselben Erfolg wie bei der rein elektrischen Reizung nachweisen konnte. — Aus alledem folgt also doch jedenfalls, dass Schiff's Behauptung un-

richtig sein muss, welche vorgiebt, dass die Reizung des erschöpften Nerven, den so eben die gewaltigen Inductionsschläge ruhig liessen, wirksamer sei, als die des nicht erschöpften. Die Pulsationen, welche nach Unterbrechung des Inductionsstromes wieder beginnen, sind also schwächer als vorher, während die durch die ächten Hemmungsnerven zur Ruhe gebrachten nachher kräftiger erscheinen.

Schiff's Versuch ist also der: dass ein Nerv, welcher auf starke Inductionsschläge keine Reactionen mehr zeigt, dies auch auf schwache Reize nicht mehr thut; doch können diese wieder wirksam werden, wenn man dem Nerven Zeit lässt zur Erholung. Das ist die Thatsache, die Schiff mit der Vagus- und Splanchnicuswirkung zu identificiren wagt!

Es giebt aber endlich und schliesslich noch einen Versuch, mit dessen Hülfe Schiff seine Meinung hätte prüfen können. Denn seiner Ansicht nach erregt ein im Herzen periodisch auftretender Reiz die Vagusfasern, welche also darum dann jedesmal eine Systole auslösen, da sie die motorischen Nerven des Herzens sind. Werden diese nun durch Reizung erschöpft, so wirkt der periodische Reiz nicht mehr auf sie und folglich steht das Herz still. Es giebt noch eine Methode, die Erregbarkeit des Nerven in eminentem Maasse zu deprimiren, durch den constanten Strom. Lässt man nun einen constanten aufsteigenden Strom durch beide Vagi beim Frosche unmittelbar über dem Eintritt in das Herz durch die Vagi fliessen, so müsste ebenfalls das Herz still stehen. Aber mit Nichten! Wie stark auch der Strom sein möge (ich habe eine Säule von 6 Grove'schen Elementen genommen), so ändert sich in der Herzbewegung doch gar nichts. Schiff wird mir bei der so grossen Kürze der Fasern wohl nicht einwenden wollen, dass sich der Elektrotonus nicht merkbar bis in die intramuscularen Zweige des Vagus fortgepflanzt habe. Derselbe Forscher beruft sich endlich noch darauf, dass die Organe, zu welchen Hemmungsnerven gehen, keine Bewegungsnerven haben würden, obschon doch erwiesenermaassen das Sensorium commune die Bewegungen dieser

Organe anzuregen vermöge. Dieser Einwand ist offenbar ohne jedes Gewicht. Denn für die Eingeweide existirt ja noch der Vagus, dessen Rami intestinales bekanntlich nach Weber und Ludwig einen motorischen Einfluss auf die peristaltischen Bewegungen haben, wovon auch ich mich neuerdings nach der Ludwig'schen Methode vollkommen überzeugen konnte. Für das Herz aber scheint es keinen motorischen Nerven zu geben, welcher aus dem Cerebrospinalorgan entspringt; das Herz trägt mithin seinen motorischen Central-Apparat in den zahllosen in seiner Substanz aufgehäuften Ganglienmassen. Da nun der Vagus fortwährend die motorischen Kräfte des Herzens gleichsam regulirt, so ist es ja ganz klar, warum und wieso das Sensorium commune einen Einfluss auf die Herzbewegung gewinnt, indem mit abnehmender Thätigkeit des Vagus die Pulsationen zunehmen, mit zunehmender aber abnehmen. Willkürlich aber vermögen wir bekanntlich nicht auf das Herz zu wirken — sondern nur gewisse Vorstellungen und Affecte haben jenen Einfluss. Ganz Aehnliches dürfte für die peristaltischen Bewegungen mit Wahrscheinlichkeit aufzustellen sein.

Dies Alles dürfte nun zu dem Beweise mehr denn genügen, dass Schiff's Ansicht in jeder Beziehung unhaltbar ist.

Ueber die Bewegungen der Ovarien.

Von

DR. EDUARD PFLÜGER.

Leydig ist meines Wissens der Einzige, welcher bei den Fischen eine sehr entwickelte glatte Musculatur beschreibt, die eine besondere Hülle des Eierstocks bilden soll. Dieser Forscher fand es so bei Esox lucius, Perca fluviatilis und Salmo salvelinus; bei letzterem schien auch das Stroma des Ovarium glatte Muskelzellen zu besitzen. (S. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. p. 508.) Bemerkenswerth ist, dass Kölliker, der sich so grosse Verdienste durch den bestimmten Nachweis der nothwendigen Abhängigkeit der organischen Contractilität von der musculösen Faserzelle erworben hat, bereits in seinem grossen Handbuche der Anatomie sagt: „Das Stroma des Eierstocks hat bei Menschen und bei Thieren oft ein Ansehen, dass man meint, es müssten Muskelfasern in demselben enthalten sein. Durch Behandlung dünner Segmente mit Essigsäure wird man in dieser Ansicht bestärkt, dagegen gelingt es nicht durch Salpetersäure von 20 pCt. irgend eine entscheidende Ansicht zu erhalten, und muss ich deswegen diesen Gegenstand als einen noch nicht ganz erledigten bezeichnen.“ (S. Kölliker, Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Zweite Hälfte. p. 432.)

Niemand hat aber bis jetzt vor mir Bewegungen der Ovarien wahrgenommen, weshalb ich mir erlaube, die darüber gemachten Beobachtungen hiermit zu veröffentlichen. Es war in diesem Frühjahr Ende des Juni, als ich bei einem weiblichen Frosche, welcher geköpft war und mit geöffnetem Abdomen dalag, wahrzunehmen glaubte, dass die Ovarien in einer Art langsamer peristaltischer Bewegung begriffen seien,

indem sich sichtbar die einzelnen Drüsenlappen gegeneinander verschoben. Bei der leichten Beweglichkeit derselben und den sich bewegenden musculösen Nachbarorganen konnte man im Zweifel sein, ob diese Bewegungen der Ovarien wirklich activer Art waren. Ich habe indessen seitdem den Versuch oft wiederholt, nachdem ich die Därme und die Oviducte vollkommen exstirpirt hatte. Beobachtet man nun die Ovarien längere Zeit, so sieht man, wie sie von Zeit zu Zeit von selbst in Bewegungen gerathen, ganz so wie die Gedärme, um dann wieder eine Zeit lang zu ruhen. Man sieht diese spontanen Bewegungen sogar nach Zerstörung des Rückenmarkes noch entstehen und ich kenne keine Methode, sich deutlicher von diesen zu überzeugen. Ist aber das Rückenmark noch vorhanden, der Frosch aber geköpft worden, so ballt sich oft das ganze Ovarium zusammen, wobei es sich verkürzt und dicker wird und nach dem Mesovarium hinbewegt, wenn man eine Hinterpfote kneift. — Ich wünschte mich nun noch an dem ausgeschnittenen Ovarium, welches auf eine Glasplatte gelegt wurde, mit Hülfe des elektrischen Reizes von der entstehenden Bewegung zu überzeugen. Merkwürdig ist, dass ich an dem ausgeschnittenen Ovarium niemals deutliche Bewegungen mehr spontan entstehen sah, obwohl ein Theil des Mesovariums sich noch an demselben befand. Gleichwohl ist es mir oft gelungen durch Tetanisiren mit Hülfe des Inductionsstromes deutliche Bewegungen hervorzubringen. Diese Bewegungen sind aber nicht so kräftig wie diejenigen, welche man von selbst entstehend beobachtet, während das Ovarium noch in dem Unterleibe befindlich ist. Es versteht sich von selbst, dass man die ruhenden Elektroden erst sicher dem Ovarium anlegt und abwartet, ob durch dieses Anlegen keine vielleicht passive Bewegung entstehe; sodann lässt man die starken Schläge des Magnetelektromotors, dessen secundäre Rolle ganz aufgeschoben ist, ohne Erschütterung der Elektroden durch das Organ gehen. Auch nach mechanischer Reizung glaube ich Bewegungen bestimmt wahrgenommen zu haben. So bewegen sich auch fast immer die Ovarien, wenn man sie eben vom Mesovarium abgeschnit-

ten hat, und auf eine Glasplatte legt. Doch ist diese Methode freilich nicht zu empfehlen, obwohl man bald die passiven von den activen Bewegungen unterscheiden lernt. Denn jene streben eine Abflachung und Ausbreitung des Organes auf seiner Unterlage hervorzubringen, diese aber eine Erhöhung und Verkleinerung der aufliegenden Flächen. Nach der Bewegung zu urtheilen, liegen die musculösen Elemente hauptsächlich am Hilus ovarii. Ob sich diese Bewegungen auch ausser der Begattungszeit (ich habe sie noch Ende Juli wahrgenommen) und im Winter wahrnehmen lassen, darüber fehlen mir noch Erfahrungen. Die physiologische Bedeutung dieser Bewegungen scheint mir aber beim Frosche darin zu bestehen, die von den Drüsenblasen in die Ovarialhöhlen dehiscirenden Eier durch die Ausführungsgänge des Eierstocks hinauszutreiben. Eine ähnliche Bedeutung würde denselben dann auch bei den Säugethieren zugeschrieben werden dürfen, wo also der Graaf'sche Follikel einfach zur gegebenen Zeit durch die Contraction des Organes gesprengt würde. Die Bemühungen, welche ich bisher auf diesen Punkt verwandt habe, sind leider nicht von so entschiedenen Resultaten gefolgt gewesen, dass ich mit Sicherheit die Contractilität der Ovarien der Säugethiere zu behaupten wagte. Wenn ich nämlich ein soeben exstirpirtes Ovarium eines Kaninchens so zwischen die beiden Bleche der stromzuführenden Vorrichtung legte, dass an einer Stelle der Blechrand die Oberfläche nur eben tangirte, so bemerkte ich allerdings, dass etwas mit dem Organe vorging, wenn die Inductionsströme hereinbrachen. Es entfernte sich nämlich die berührende Stelle des Ovariums nur sehr wenig von dem Bleche. Die lange Axe des ellipsoidischen Organes bildete die Verbindungslinie zwischen beiden Blechen. Da aber die Verschiebung so klein ist, so wäre es immer noch denkbar, dass sie vielleicht durch irgend einen anderen Umstand bedingt würde, als durch denjenigen, den wir hier im Auge haben. Möglich, dass es später einmal bei einem anderen Thiere mit weniger derbem Ovariumstroma gelingt, die Contraction deutlicher zu zeigen.

Zur Anatomie der Insecten.

Von

Dr. Leydig in Tübingen.

Hierzu Taf. 2, 3 u. 4.

Die Entomologie gehört zu jenen Abtheilungen der Naturgeschichte, welche verhältnissmässig einer sehr grossen Pflege sich zu erfreuen haben, auch ist der innere Bau der Insecten, insoweit er sich mit freiem Auge und geringer Vergrösserung verfolgen lässt, aus den meisten Familien bis in viele Einzelheiten bekannt geworden. Vielleicht nicht ganz dasselbe lässt sich von der eigentlichen mikroskopischen Anatomie dieser Klasse sagen, es liegt vielmehr am Tage, dass die anderen Gruppen der wirbellosen Thiere, wie Protozoen, Strahlthiere, Weichthiere im letzten Jahrzehend mit Rücksicht auf den feineren Bau weit häufiger untersucht wurden, und deshalb ein viel reicheres Material sich darüber angesammelt hat, als solches im Hinblick auf die Insecten (und die Arthropoden überhaupt) zu rühmen wäre. Doch mag eine solche Vernachlässigung (wenn man hierfür diesen Ausdruck gebrauchen darf) mit der Zeit wohl in das Gegentheil umschlagen, sobald man sich allgemeiner davon überzeugt haben wird, wie viel Interessantes sich auch hier dem Beobachter darbietet. Die Insecten verdienen unsere Aufmerksamkeit nicht nur durch Entfaltung von bedeutender Intelligenz und von mannigfaltigen Kunsttrieben, sowie sie in ihrer Eigenschaft als „grosse Zerstörer und Werkmeister“ uns zwingen, von ihnen Kenntniss zu nehmen; auch ihr Bau bis in die

letzten Organisationen hinein wiederholt das zierliche und doch knappe Wesen, welches diese Geschöpfe vor vielen anderen auszeichnet. Physiologische Werke, ich erinnere an die trefflichen Icones physiologicae von R. Wagner haben z. B. zwar ganze Reihen von Drüsen der Insecten zusammengestellt, da sich an denselben am leichtesten veranschaulichen liess, wie aus einem einfachen hohlen Faden oder blinden Beutel durch mannigfaltige Combinationen zusammengesetzte Drüsen entstehen. Auch jetzt noch können die Drüsen der Insecten als solche bezeichnet werden, welche vom histologischen Gesichtspunkt aus die Art und Weise wie Absonderungen zu Stande kommen, am klarsten darlegen, und die nachstehenden Mittheilungen, denen ich bald einen zweiten Beitrag folgen lassen werde, mögen unter Anderem vielleicht als Beispiel zu dem eben Gesagten dienen. — Ich will zuerst einfach das Thatsächliche vorführen; einige allgemeine Anknüpfungspunkte werden sich am Schlusse von selbst finden.

1. Ueber die Hautdrüsen der Käfer.

Unter den Zergliederern der Insecten ist Stein[1]) der erste gewesen, welcher die Hautdrüsen der Käfer gekannt hat. Er sagt, man sehe an der Verbindungshaut zwischen den Rückensegmenten bei *Melolontha vulgaris* und *Geotrupes stercorarius* unter der structurlosen, durchscheinenden, auf der äusseren Seite mit Hornzähnchen besetzten Haut, grosse kugelförmige Zellen liegen, welche mit der eingerollten Spitze feiner Canälchen in Verbindung stehen, welche dann nach oben aufsteigen und durch die Oberhaut hindurch einzeln nach aussen münden.

Ich habe eine Anzahl von Käfern auf ihre Hautdrüsen untersucht und wünsche die Stein'schen Angaben in etwas zu erweitern.

Bei *Molytes coronatus* hatte ich die Drüsen aus den Tar-

1) Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insecten. Berlin 1847. S. 84.

auszugliedern vor mir. Jede Drüse besteht aus einer einzigen, ziemlich grossen Zelle von rundlicher Gestalt und dem feinen chitinisirten Ausführungsgang. Letzterer beginnt in der Zelle mit einer stark gekrümmten Verdickung und, nachdem er noch innerhalb der Zelle sich ein oder zweimal gewunden hat, verlässt er dieselbe, um zur Cuticula der äusseren Haut zu treten.

Liophloeus nubilus verhält sich bezüglich der Drüsen am Tarsus wie der vorhergehende Rüsselkäfer.

Aus der Gruppe der Bockkäfer besah ich mir von *Lamia textor* die fraglichen Organe vom Tarsus und den Antennen. Hier liegen die einzelligen Drüsen in Menge beisammen, scheinen mir aber mit einander zum Theil verwachsen, ähnlich wie öfters am Fettkörper die Zellen verschmelzen. Die Abbildung (Fig. 5) ist genau nach der Natur gefertigt und zeigt zwar am Hinterrand eine gewisse Selbständigkeit der Zellen, aber seitlich sind sie entschieden zusammengewachsen. Jedem Zellenbezirk gehört ein Kern an; der Inhalt der Drüsenzelle ist dunkelkörniger als bei vielen anderen Käfern, und am Ausführungsgang bemerkt man den noch innerhalb der Zelle liegenden dickeren und hakenförmig gekrümmten Theil, von dessen hinterem Ende sich eine kleine punktgrosse Portion abgeschieden hat. Um den noch dem Inneren der Zelle angehörenden Abschnitt des Ausführungsganges zieht sich in gleichmässiger Entfernung, rings herum, eine blassere Umhüllung oder Scheide. Der ausserhalb der Zelle liegende Faden wickelt sich mehrmals durcheinander, bevor er mit mehr gestrecktem Lauf die Cuticula durchbohrt.

Von den Chrysomelinen waren *Coccinella* und *Timarcha* recht beachtenswerth. Bei *Coccinella septempunctata* sind die Hautdrüsen z. B. aus der Gegend des Kniegelenkes von derselben Art, wie ich sie vorhin von zwei Rüsselkäfern beschrieben habe: es entsteht aus dem Inneren einer Zelle der chitinisirte Faden des Ausführungsganges mit einer cylindrischen Verdickung; der Inhalt der Drüsenzelle ist von klarer Beschaffenheit. Nun sondert bekanntlich dieser Käfer bei Berührung einen gelben Saft aus den Kniegelenken ab, den

man bisher allgemein aus „Drüsenbälgen" hervorkommen liess. Ich kann dem gegenüber mit aller Bestimmtheit behaupten, dass fraglicher in Tropfen vorquellende Saft nicht Secret einer Drüse, sondern dass es die unveränderte Blutflüssigkeit des Thieres ist, welche hier zu Tage tritt. Wem hierüber Bedenken aufsteigen, der fange ohne alle Beimischung die gelben Tropfen zur Untersuchung auf, und falls ihm das Insectenblut aus Erfahrung bekannt ist, so wird er bei dem ersten Blick in das Mikroskop das intensiv gelbe Plasma und die farblosen Blutkügelchen von rundlicher, spindelförmiger oder strahliger Gestalt unterscheiden. Man stelle darauf den Gegenversuch an, schneide eine Antenne durch, und fange den austretenden, gleichfalls gelben Tropfen, dessen Blutnatur keinem Zweifel unterliegt, auf, und die vergleichende Untersuchung weist die Identität der beiden Flüssigkeiten nach. Noch mag bemerkt sein, dass sich unter der Haut der Kniegelenke keine anderen drüsigen Bildungen vorfinden, als die erwähnten gewöhnlichen Hautdrüsen.

Dasselbe merkwürdige Verhalten zeigt die Gattung *Timarcha*, von der ich *T. coriaria* geprüft habe. Auch hier rührt der röthliche Saft, welcher bei Berührung des Thieres aus den Gelenken der Beine hervorquillt, keineswegs von Drüsen her, sondern es ist die Blutflüssigkeit, welche direct nach aussen tropft. Der Beweis wird auch hier geführt sowohl durch die mikroskopische Untersuchung des ohne alle Beimischung auf das Glas aufgefangenen Tropfens, wobei wir dessen Zusammensetzung aus einem intensiv gefärbten Fluidum und farblosen Blutkügelchen sehen, als auch dadurch, dass dieselbe Flüssigkeit abfliesst, sobald man Körperanhänge durchschneidet, an den Antennen so gut wie an den Beinen. Besondere Drüsenapparate ausser den Hautdrüsen mangeln wie bei *Coccinella*. Bezüglich der Hautdrüsen ist zu erwähnen, dass hier, ich sah dies z. B. aus der Haut der Beine, meist zwei Zellen zu einem Ganzen verbunden sind, wobei dann jedoch aus dem gemeinschaftlichen Beutelchen zwei Fäden als Ausführungsgänge herausführten, deren unteres Ende wieder verdickt, und von einer zartwandigen

Hülle umgeben ist. Auch bemerkt man deutlich, dass die beiden Gänge auf ihrem Wege zur Cuticula noch eine ziemliche Strecke weit von der stielförmig ausgezogenen Zellenmembran begleitet werden.

Dasselbe, was soeben von dem aus den Gelenken der Beine vorquellenden Saft der Gattung *Coccinella* und *Timarcha* gesagt wurde, gilt in gleichem Grade vom Maiwurm (*Meloe*), der wegen seines umfänglicheren Körpers am allerbesten sich zur Untersuchung eignet. Ich hatte den gemeinen Maiwurm (*Meloe proscarabaeus*) vor mir. Hier vermag man ohne alle Mühe einen Tropfen des hervorfliessenden Saftes auf das Glas zu bekommen, der sofort und ohne Deckglas mikroskopirt aus einer intensiv gelben Flüssigkeit und zahlreichen farblosen Zellen von rundlicher, spindelförmiger, auch ausgezackter Gestalt besteht. Nachdem der Tropfen einige Minuten auf dem Glase gelegen, scheidet sich ein fein granuläres Gerinnsel aus der Flüssigkeit aus, welches (Faserstoff-) Gerinnsel schon für das freie Auge leicht dadurch dargestellt werden kann, dass man jetzt ein Deckplättchen dem Tropfen auflegt. Das graue Gerinnsel sticht mit scharfem Rande von dem gelben Fluidum ab. Dass man es mit echtem Blute zu thun habe, wird durch alle diese Eigenschaften schon fast zur Gewissheit. Man mache nun abermals den Gegenversuch und schneide die Spitze einer Antenne ab: im Augenblicke quillt die gleiche gelbe Flüssigkeit aus der Wunde, wie sie aus den Gelenken bei blosser Berührung tritt, und auf dieselbe Weise untersucht, wie es mit der Gelenkflüssigkeit geschehen ist, verhält sie sich auch durchaus wie das letztere vermeintliche Drüsensecret; sie besteht aus dem intensiv gelben Fluidum und den farblosen Zellen, und auch der Gerinnungsprocess verläuft in keiner anderen Weise.

Die Oeffnung am Kniegelenke, durch welche die Blutflüssigkeit nach aussen kommt, mit dem Mikroskop zu sehen, ist mir nicht gelungen, die Untersuchung stösst hier auf eigenthümliche Schwierigkeiten. Doch kann ich mit Bezug auf die weitere Struktur des Kniegelenkes anführen, dass ausser den einzelligen Hautdrüsen nichts von einem abson-

dernden Apparat zugegen ist, der Raum wird von Muskeln und Tracheen eingenommen, wobei sich die Muskeln zum Theil an lange innere Chitinstäbe (oder Sehnen) festsetzen; der Tracheenstamm ist dick, und es gehen zahlreiche Aeste von ihm ab.

Die Hautdrüsen, welche ich mir noch bei dem genannten Käfer vom Tarsus, von der Schaale des Kopfes, sowie aus den Flügeldecken, wo sie zugleich mit den Tracheen sich finden, zur Ansicht brachte, sind deutlich einzellig, der verdickte Anfangstheil des Ausführungsganges noch innerhalb der Drüsenblase erscheint mehrmals gekrümmt.

Einfacher noch als die Hautdrüsen der vorangegangenen Käfer sind die, welche ich aus den Hautlappen des Tarsus von *Telephorus dispar* in Menge sehe. Sie haben die Gestalt einzelliger birnförmiger Beutelchen mit rundlichem Nucleus und der Stiel der Zelle ist der Ausführungsgang: es fehlt der eigenthümliche geschlängelte Chitinfaden (Fig. 37c). Ob derselbe nicht in Drüsen anderer Stellen der äusseren Haut zugegen ist, habe ich mir leider nicht aufgezeichnet.

Bei *Carabus auratus* ist zwar abermals der Chitinfaden des Ausführungsganges vorhanden und sein blindes Ende zeigt sich cylindrisch verdickt, auch besitzt letzteres wieder eine zarte, abstehende Hülle, aber diese Drüsen (ich besah sie vom Tarsus und Unterschenkel) weichen dadurch von denen der bezeichneten Käfer ab, dass die Drüsenzelle hier sehr schmal ist, eines körnigen Inhaltes entbehrt und die ganze Drüse ein langes, schmächtiges Aussehen hat. Auch der Nucleus ist kleiner als bei den anderen Formen.

Von ähnlicher Art sind die Hautdrüsen an den Schienen des Bauches von *Brachinus crepitans*, wo sich ferner bemerken lässt, dass die feinen Porencanäle des Hautpanzers ausschliesslich die Mündungen der genannten Drüsen sind, während die grossen Porencanäle mit darüberstehenden Haaren zusammenhängen.

Aus der Gruppe der Wasserkäfer stand mir *Dyticus marginalis, Acilius sulcatus* und *Hydrophilus caraboides* zu Gebote. Bei *Dyticus marginalis* überzeugte ich mich, dass die Drüsen

über die ganze Haut weg vorkommen; ich lernte sie kennen von den Palpen, dem Kopf und Thorax, den Füssen, von den Flügeldecken, selbst an der von den Flügeln bedeckten Rückenpartie fehlen sie nicht, obschon sie hier eine geringere Ausbildung zeigen. Weiss man noch nichts von der Anwesenheit der Drüsen, so fällt bei der Untersuchung der Haut zunächst auf, dass man unterhalb der Cuticularschicht einer Menge von feinen, gewundenen Fäden ansichtig wird, welche man anfänglich für Ausläufer von Tracheen halten möchte. Der Drüsenkörper, d. h. die Drüsenzelle ermangelt hier nicht selten einer scharfbegrenzenden Contur nach aussen (vergl. Fig. 1), so dass die Zellen zu einer granulären Masse zusammenschmelzen, aus der die Kerne und besonders lebhaft die Anfänge der ausführenden Chitinfäden hervorstechen. Was letztere betrifft, so sind sie an ihrem Beginn innerhalb der Zelle hier mehr verdickt als bei allen anderen aufgezählten Coleopteren, und die Verdickung scheidet sich in einen centralen Cylinder und in eine davon ziemlich weit abstehende Umhüllung. Aber es tritt noch eine andere Bildung hervor, indem zwischen dem inneren Cylinder und der Scheide zarte Strichelchen verlaufen, die ich für feine Canäle halte, welche zunächst aus dem Zellenraum das Secret in den centralen Cylinder, von dem ich annehmen muss, dass er einem erweiterten Lumen des Ausführungsganges entspricht, leiten. Der helle, von den Strichelchen durchsetzte Abschnitt ist wohl eine dicke Membran des beginnenden Ausführungsganges. An manchen Körperstellen waren die Drüsenzellen durchaus selbständig, grenzten sich durch eine Membran ab, und der Kern lag seitwärts; öfter begegnete ich auch Drüsen, bei denen das Lumen des Ausführungsganges mit kleinen, fetttropfenähnlichen Körpern mehr oder weniger angefüllt war, wie es auf Fig. 1 links dargestellt ist.[1])

1) Ueber die grossen den Schalenpanzer durchsetzenden Canäle möchte ich anmerken, dass sie mit breiter Basis beginnen und sich nach oben verschmälern. Ihr Rand ist wellig und sie geben in unregelmässiger Weise blind geendigte Seitenäste ab. Die Matrix der *Schale* erhebt sich papillenartig in diese geräumigen Canäle und was

Acilius sulcatus verhält sich im Wesentlichen wie *Dyticus marginalis*, nur sind die Einzelheiten in der Drüsenbildung etwas zarter als bei letzterem. So sind die Streifen im Anfange des Ausführungsganges, welche man auf Porencanäle beziehen könnte, sehr fein, auch die Zellenmembran erscheint ausnehmend dünn und leicht verletzlich. Doch zeigen die Drüsen hier, z. B. am Ende des Vorderfusses vom Männchen eine entschiedene Selbständigkeit, während gerade an diesem Orte bei *Dyticus marginalis* durchweg jene die Einzelzelle abgrenzende Membran zu fehlen schien.

Bei *Hydrophilus caraboides*, wo ich die Hautdrüsen mir von den Flügeldecken, Antennen, Beinen etc. besah, sind sie kleiner als bei den zwei anderen genannten Wasserkäfern; der Chitingang ist blässer und zarter, aber sein erweiterter Anfang, wenigstens was den centralen Cylinder (das Lumen) betrifft, viel dunkler conturirt. Der Inhalt der Zelle ist blasskörnig. (Fig. 2.)

Dass besagte Drüsen auch der Haut der Lamellicornier zukommen, geht aus der oben angezogenen Angabe Stein's hervor, der ja dieselben gerade an *Melolontha* und *Geotrupes* entdeckt hat. Ich kenne sie ebenfalls vom Maikäfer aus den Tarsusgliedern und den Antennen. Der blinde Anfang des Chitinfadens ist mehr in die Länge gestreckt, als solches bei den Wasserkäfern der Fall ist, aber die nach aussen um diesen blinden Anfang herumgehende Contur erscheint näher gerückt; mit anderen Worten, die Wurzel des Ausführungsganges ist dünnwandiger, daher auch von Streifen zwischen der inneren dunkeln und der äusseren zarten Linie nichts vorhanden sich zeigt.

2. Ueber die Drüsen der Cloake und Scheide bei Käfern.

Auch die erste Kenntniss dieser Drüsen verdanken wir

---

sehr häufig beobachtet wird; die Tracheenäste bilden gerade unterhalb der weiten Schalen-Canäle und eine Strecke weit in sie hinein Verknäuelungen. Die feinen Porencanäle des Hautpanzers sind die Fortsetzungen der Gänge der Hautdrüsen.

Stein, der sie von mehreren Arten beschrieben hat. Ich erlaube mir darüber nach eigenen Untersuchungen folgendes zu berichten.

Bei *Timarcha coriaria* sind die unterhalb der Chitinhaut liegenden Drüsen von derselben Form, wie die Drüsen der äusseren Haut. Meist nämlich sieht man zwei Zellen zu einem Drüsenbeutelchen verwachsen (Fig. 7), in welchem dann auch zwei Kerne liegen, sowie zwei verdickte Wurzeln von chitinisirten und gewundenen Ausführungsgängen. Doch findet man auch, wenngleich spärlicher, entschieden einzellige Formen.

Zu noch grösseren Einheiten sind bei *Telephorus dispar* die einzelligen Drüsen verwachsen, indem drei bis acht und vielleicht noch mehr Zellen zur Bildung eines Drüsenfollikels zusammentreten. Die ganze Drüsenlage, wie sie unter der Intima der bezeichneten Körpertheile hinzieht, erscheint sehr entwickelt.

In *Silpha obscura*, deren Scheide wie bei vielen Käfern eine schuppig-haarige Sculptur hat, bilden die Scheidendrüsen ebenfalls dichte Massen.

Poecilus cupreus zeigt mir wieder an den Cloakendrüsen die echt einzellige Form; der Anfang des Ausführungsganges innerhalb der Zelle hat die Gestalt eines cylindrischen Körpers, der feine Canal macht noch bevor er die Zelle verlässt mehrfache in einander geschlungene Windungen.

Ebenso sind die Scheidendrüsen bei *Carabus auratus* echt einzellig (Fig. 4) und zeichnen sich wieder, ganz in ähnlicher Weise, wie die Drüsen der äusseren Haut, dadurch aus, dass die Zelle schmal und langgestreckt ist. Stein hat bereits von *Carabus granulatus* diese Scheidendrüsen gut abgebildet (a. a. O. Taf. IX, Fig. X u. XI.), nur hat er die um die Wurzel des Ausführungsganges herumziehende helle Zone nicht bemerkt.

Echt einzellig sind auch die Cloakendrüsen des *Brachinus crepitans* und haben das Eigenthümliche, dass das Chitin-Canälchen in jeder Zelle mit einem vierlappigen Knötchen beginnt.

Bei *Chlaenius nigricornis* stellen die Cloakendrüsen beson-

ders lange Beutelchen dar. Der Anfang des Chitin-Canälchens ist einfach cylindrisch mit gekrümmtem Ende. Was mir aber hier neu war, ist, dass zugleich mit dem blassgranulären Contentum die Zelle auch rostbraune Inhaltskörnchen hatte, welche Beimischung mir bis jetzt nicht weiter vorkam.

Die Drüsen der Scheide von *Dyticus marginalis* (Fig. 3) bieten eine dickere Wurzel des ausführenden Canals dar in ähnlicher Weise, wie solches oben von den Drüsen der äusseren Haut angezeigt wurde. Auch ist hier eine feine Querstrichelung in der Wurzel deutlicher zu sehen, als sonst bei den untersuchten Käfern. Die Drüsen sind, insoweit ich sie zur Anschauung vor mir hatte, alle einzellig, die Membran der Zelle begleitet deutlich den sich herausschlängelnden Chitin-Canal noch auf eine weite Strecke, bis sie mit ihm zu verschmelzen scheint. Das Ende des Ausführungs-Canals in der Cuticula der Scheide bleibt nach Einwirkung von Kalilauge scharf conturirt, während der übrige Theil des Canals blasser wird.

Noch habe ich die einzelligen Drüsen aus der Scheide von *Clerus formicarius*, *Melolontha vulgaris* (Fig. 6), sowie aus der Cloake von *Aphodius fossor*, *Cyaniris cyanea* und *Acilius sulcatus* zur Ansicht gehabt, ohne dass ich wüsste etwas neues daran hervorzuheben.

Die im Obigen abgehandelten secernirenden Organe der äusseren Haut, der Cloake und Scheide möchten vielleicht nicht für jeden der nachfolgenden Beobachter, besonders wenn sie zum erstenmal gesucht werden, sich sofort zeigen, weshalb es wohl nicht unpassend sein dürfte, mit einigen Worten der Präparationsweise zu gedenken. Man zerschneide ein Hautstück mit scharfen Messern so, dass dünne Segmente, an denen Cuticula und Matrix noch untereinander zusammenhängen, gewonnen werden. Bei der mikroskopischen Untersuchung wird man der Ausführungs-Canäle vor Allem gewahr, darauf des Wurzelendes derselben und endlich der blassen Zellen. Ist man mit dem Gegenstand bis zu diesem Grade bekannt geworden, so kann man an der einfach abgeschnittenen und nicht weiter zerstückelten Haut

vieler Stellen die Drüsen erkennen; für mich war dies z. B. der Fall an den fadigen Antennen, namentlich den Gelenkportionen, von *Acilius sulcatus*, ebenso sah ich die Drüsen gut in situ an den abgeschnittenen Palpen des *Hydrophilus caraboides*.

3. Ueber die After- und Giftdrüsen.

Zahlreiche Insecten besitzen bekanntlich im Hinterleibe eigenthümliche, neben dem After ausmündende Drüsenapparate, welche Secrete von meist scharfer, ätzender oder giftiger Beschaffenheit ausstossen. Dieselben wurden bereits durch Dufour[1]) von vielen Insecten mit Sorgfalt und soweit beschrieben, als man mit freiem Auge und geringerer Vergrösserung solchen zarten Organen beikommen kann. Eigentliche histologische Studien aber haben bis jetzt nur Heinrich Meckel an den Afterdrüsen der Käfer und dem Giftapparat der Hymenopterenweibchen, sowie Karsten an dem *Brachinus complanatus* angestellt. Indessen verdienen, wie mich meine Nachforschungen belehrt haben, diese Apparate wegen ganz besonderer Structurverhältnisse unsere Aufmerksamkeit in einem ungleich höheren Maasse, als dies bisher im Allgemeinen geschehen ist. Ich will in meinen Mittheilungen mit dem *Dyticus marginalis* beginnen, da dieser Käfer es ist, der zuerst durch H. Meckel auf den feineren Bau der betreffenden Drüsen untersucht wurde.

Es besteht der Apparat der Afterdrüse, wie bereits Dufour nach dem verwandten *Cybister Roeselii* richtig beschreibt: 1) aus dem Drüsencanal; er ist lang, fadenförmig, gelblich von Farbe, vielfach gewunden, mit einzelnen Seitenästen; 2) aus dem Secretbehälter, einer ovalen, dickwandigen Blase, in deren Halstheil der Drüsencanal mündet; endlich 3) aus dem Ausführungsgang d. h. der canalförmigen Verlängerung des Secretbehälters nach aussen. Der feinere Bau

1) Annales d. scienc. natur. 1826 und in den Recherches anat. et physiol. sur les Orthoptères etc. 1833 u. 1841. 2) Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1846 S. 47. 3) Ebendas. Jahrg. 1848.

verhält sich nach H. Meckel wie folgt: „Der secernirende Follikel hat eine feine Tunica propria, welche mehrere Schichten von Zellen umschliesst, und durch die Axe des Follikels läuft ein enger, von der Tunica intima umschlossener Canal, so dass der Raum zwischen Tunica propria und intima von Zellen ganz erfüllt ist. Beide Häute sind glatt und durch die einzelnen Zellen nicht aufgetrieben. Die innere Haut ist ziemlich fest und faltet sich leicht.“ Mir zeigt der Drüsencanal noch andere wichtige, von genanntem Forscher übersehene Dinge. (Vergl. Fig. 9.) Von der stark runzlig-faltigen Intima (Fig. 9c) weg gehen nämlich zahlreiche feine Canälchen (d) zu den Zellen; sie schlängeln sich vielfach, erzeugen auch dadurch sehr allgemein Oesen, welche als dunkle Ringe auffallen. Das Ende eines solchen Drüsencanälchens innerhalb einer Secretzelle gestaltet sich sehr eigenartig. Es besteht aus einem zwei- oder meist dreigelappten Körper, welcher heller aussieht, als das chitinisirte Canälchen. Von diesem Verhalten überzeugt man sich zunächst durch Aufhellung mit Kalilauge, später aber auch erblickt man schon an dem ganz frischen Drüsencanal innerhalb der grossen Secretzellen das kleeblattartige Ende oder, wohl eigentlich richtiger gesagt, Anfang des Ausführungsganges. Die Tunica propria (Fig. 9a) sondert sich in eine innere, die Zellen begrenzende und eine äussere, hellere, die zahlreichen Tracheen tragende Schicht.

Der Secretbehälter hat einen dichten, quergestreiften Muskelbeleg, und die Intima ist wie im Drüsencanal sehr zusammengefaltet. Das Secret selbst hat eine ölige Beschaffenheit und wird nicht „durch Diffusion“ aus den Zellen ausgeschieden, sondern findet durch die beschriebenen Canälchen seinen Weg zur Lichtung der Drüse.

Etwas verschieden von *Dyticus marginalis* verhält sich ein anderer Wasserkäfer, *Acilius sulcatus*. (Vgl. Fig. 8.) Auch hier ist der Drüsencanal zwar vielfach durcheinander geschlungen, aber durchaus einfach, ohne Ausbuchtungen oder Aeste. Im frischen Zustande und bei Vermeidung von Druck untersucht, schimmert aus dem Canal die Intima als schwach

dunkler Streifen durch die Zellenmasse. In letzterer sieht man die Zellenumrisse nicht recht deutlich, sondern hat vielmehr eine gelblich körnige Substanz vor sich, aus der kernähnliche helle Flecke heraussehen. In der äusseren Zone der Tunica propria verzweigt sich wieder ein dichtes Tracheennetz. Nach Anwendung von Kalilauge ergiebt sich dann abermals, dass von der gefältelten, homogenen und chitinisirten Innenhaut feine geschlängelte Canälchen in der Zellenmasse verlaufen, und das Ende eines solchen Canälchens (e) zeigt von Neuem eine typische Form, verschieden von der bei *Dyticus marginalis*. Das Ende stellt nämlich einen leicht gebogenen Cylinder dar und dieser ist umgeben von einer entsprechend gestalteten lichten Randzone, welcher dem dreigelappten Körper bei *Dyticus* gleichwerthig ist, ausserdem bemerkt man noch gerade an der Uebergangsstelle des Canälchens in dieses so eben bezeichnete Ende einen dreilappigen Ansatz (oder Erweiterung?). Leider fühlt man bei dem Bestreben, diese Theile scharf auffassen zu wollen, dass unsere Mikroskope noch nicht zureichen, solche charakteristisch geformte Bildungen in ihren reinen Linien erscheinen zu lassen. — Der Drüsencanal, indem er sich zur Einmündung in den Secretbehälter anschickt, wird heller, verschmälert sich auch ziemlich, aber die vorbesagte Structur bleibt sich im Wesentlichen gleich.

Die Afterdrüsen des *Gyrinus natator* sind, was schon Dufour erwähnt, von ähnlicher Form, wie jene der *Dytici*, nur erscheint Alles in kleinerem Maassstab ausgeführt. Der Behälter besteht aus Muskelhaut und gefalteter Intima; der nicht gerade sehr lange Drüsenschlauch hat eine Tunica propria, Zellen und eine Intima; an letzterer tritt, indem man Kalilauge einwirken lässt, eine Besonderheit hervor. Es sind nämlich auch hier feine Canälchen zugegen, welche aus den Zellen heraus zur Intima führen, aber anstatt wie bei *Dyticus* und *Acilius* ohne (wenigstens nicht erkennbare) Ordnung in den von der Intima umschlossenen Canal einzumünden, gruppiren sie sich zu einzelnen Büscheln, und zur Aufnahme eines solchen buchtet sich jedesmal die Intima papillenförmig nach

aussen, so dass der Intimaschlauch nach der ganzen Länge wie mit Höckern besetzt erscheint. Zwischen den Höckern münden keine Canälchen ein. An dem Ende der feinen Canälchen konnte ich mit meinem Instrumente keine Verdickung wahrnehmen, sie mochten zugespitzt aufhören.

Neben den Wasserkäfern sind es namentlich die Laufkäfer (*Carabicina*) gewesen, über deren Afterdrüsen Dufour gehandelt hat, und da die Gattung *Brachinus* die einzige ist, über welche bisher histologische Erörterungen vorliegen, so will ich ebenfalls zuerst auf diesen Käfer Rücksicht nehmen. Gerade vor zehn Jahren hat Karsten den feineren Bau der Explodirdrüse (er nennt sie Harnorgan) von *Brachinus complanatus Fabr.* beschrieben. Ich hatte nur die kleine Art, *Brachinus crepitans*, vor mir, die, falls die Beschreibung des genannten Autors in allen Punkten zutreffend ist, wesentliche Abweichungen von *Brachinus complanatus* zu erkennen giebt. Was die Umrisse des ganzen Apparates betrifft, so möge man die Figur bei Dufour[1]) vergleichen. Die Drüse besteht aus einem zierlichen Büschel länglicher Schläuche, ungefähr acht an der Zahl, jeder wenigstens einmal getheilt, die meisten haben noch einige Seitensprossen mehr. In Zuckerwasser und ohne Deckglas untersucht zeigen sie die äussere Begrenzungshaut (Tunica propria) und die absondernden mit feinkörnigem Inhalt erfüllten Zellen (Fig. 11 a). Aus der Achse jedes Drüsenschlauches schimmert ein matter dunkler Streifen durch, in welchem man die Tunica intima vermuthen darf, was sich auch durch ein aufgelegtes Deckglas bestätigt. Die Streifen der Intima hat zwar Dufour gesehen und auch auf seiner Figur angebracht, aber er glaubt, es sei ein Tracheenfaden. Jetzt lasse man Kalilauge auf die Drüse einwirken und man wird, nachdem die Secretzellen bis zum fast völligen Verschwinden aufgelöst sind, wahrnehmen (Fig. 11 b), dass der von der Intima gebildete Schlauch an der Aussenseite dicht mit Härchen besetzt ist, welche in Kalilauge ebenso ausharren, wie die Intima selber. Jedes Härchen

1) Annal. d. sc. nat. 1826. Pl. 19, Fig. 3.

endet gegen die Zellen zu mit feinem Ende und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass je ein solch feiner Faden als Ausführungsgang zu einer Zelle gehört. Hat man sich soweit orientirt, so wird man auch schon an der frischen Drüse nach aufgelegtem Deckglas die feinen Canäle erblicken, doch machen sich eben alle Erscheinungen viel klarer nach Zusatz des genannten Reagens. Hierbei tritt auch noch das Eigenthümliche hervor, dass, sobald durch Kalilauge die Zellen derart angegriffen sind, dass fast nur noch die Spuren davon sich erhalten, zunächst um die Intima herum zwischen den einmündenden Canälchen eine Menge von kernartigen Bildungen sichtbar werden, die kurze Zeit bleiben, um dann schliesslich auch zu schwinden.

Vergleichen wir nun mit unserm *Brachinus crepitans* den *Brachinus complanatus*, so meldet Karsten von letzterem zwar auch, dass bezüglich der „Elementartheile" eine äussere die Röhre bildende Membran da sei, welche spindelförmige Zellen umschliesse, und dass ferner im Inneren jeder Drüsenröhre ein anderer aus einer durchsichtigen Membran bestehender centraler Cylinder zugegen sei, aber anstatt der bei *Brachinus crepitans* vorhandenen feinen Canälchen ist hier die Intima von „kleinen Poren" durchbrochen, durch welche das Secret der Zellen in den Raum der Intima gelangt.

Recht beachtenswerth ist die Structur des vom Drüsenbüschel zum Secretbehälter führenden Ganges, dessen Beschreibung ich jetzt vom *Brachinus crepitans* gebe. Fraglicher Ductus ist hell und besteht aus zwei Häuten, wovon die äussere zart ist, einzelne Kerne enthält und der sogenannten Peritonealhülle der Tracheen entspricht; sie ist mitunter auf den ersten Blick nicht so recht deutlich, doch tritt sie bestimmter hervor an den zufällig entstandenen Einbiegungen des Canals, sowie nach Gebrauch von Reagentien (z. B. von doppelt chromsaurem Kali), so dass über ihre Anwesenheit kein Zweifel walten kann. Die zweite Haut ist das Analogon der Chitinhaut der Tracheen, sie zeigt sich scharf conturirt und quergeringelt, welche Zeichnung auf einer regelmässigen durch Zusammengeschobensein entstandenen Fal-

tenbildung beruht. Sehr überraschend aber und für den ersten Anblick nicht verständlich ist, dass innerhalb dieses quergeringelten Rohres scheinbar ein zweites kleineres Chitinrohr eingeschlossen wahrgenommen wird (c), ohne dass eine eigene Matrix zu letzterem sich finden will. Allein bei fortgesetzter Untersuchung löst sich das Räthsel dahin auf, dass das äussere Chitinrohr (vergl. Fig. 12) an seiner Innenfläche eine Leiste erzeugt, welche, indem sie spiralig herabläuft, und kurze geknöpfte Fortsätze am Rande abschickt, den inneren scheinbaren Chitinkanal hervorruft, dadurch nämlich, dass der ganze äussere Canal sich in engen Spiraltouren zusammenschiebt; mithin hat das scheinbar eingeschlossene zweite Chitinrohr keineswegs eine Selbständigkeit, sondern kommt durch die innere Sculptur und spiralige Verkürzung des äusseren und einzigen Chitinrohres zu Stande.

Dufour fasst die Structur des Canales so, wie die erste Besichtigung sie vorspiegelt, insofern er einen äusseren und inneren Canal annimmt, bezüglich des ersten gedenkt er wohl in Anbetracht der Querringe an die Aehnlichkeit mit Tracheen, glaubt sich aber (worin er entschieden irrt) überzeugt zu haben, dass der äussere Canal ein „tissu contractile" sei und davon die Querstreifen herrührten. Ueber den inneren Canal meint er, es möge eine Trachee sein. Dass der französische Entomotom mit der Erforschung dieses Gegenstandes im Jahre 1826 nicht in's Reine kam, darf um so weniger verwundern, als noch der mit dem Gebrauch des Mikroskopes und der feineren Anatomie genau vertraute Karsten die Struktur dieses Kanals durchaus verfehlt hat. Er nimmt ebenfalls eine centrale Röhre an und hält die Querringe des ganzen Kanals für die Conturen von Zellen, welche die Fortsetzungen der Drüsenzellen wären und den centralen Canal umfassen sollten. Ich füge daher noch die Methode der Präparation bei, durch welche man sich von der Richtigkeit meiner Darstellung überzeugen kann. Man fasse das letzte Leibessegment des Thieres mit der Pincette und ziehe damit vorsichtig einen Theil der Eingeweide heraus, wobei es denn sehr gern vorkommt, dass ein Canal reisst und Luft in ihn

eintritt, entweder so, dass nur der anscheinend innere Canal eine Luftsäule aufnimmt oder auch zugleich der äussere. Schon Karsten hat dies ebenso beobachtet und sich dadurch erklärt, dass die Zellen im Umkreise des inneren Canals wirkliche Oeffnungen besitzen, durch welche sie sich mit Luft füllen könnten. Ich zerre nun den ausgebreiteten Canal etwas mit Nadeln, dadurch reisst die äussere zarte, oben Peritonealhülle genannte Haut, die Chitinhaut, welche zusammen geschoben war, schnellt auseinander und es zeigt sich jetzt ein Bild, wovon ein Stück in Fig. 12 abgebildet ist und welches jeglichen Zweifel beseitigt. Man sieht mit aller Klarheit an der Innenfläche der Chitinhaut eine Leiste in weiten Spiraltouren herabgehen und der Saum der Leiste schickt kleine geknöpfte Fortsätze ab. Denkt man sich nun dieses Chitinrohr nach der Länge zusammengeschoben, so begreift man sowohl, wie die Querringel entstehen müssen, als auch wie der Eindruck eines zweiten inneren Canals zu Wege kommt.

Der Secretbehälter hat ausser der homogenen faltigen Intima, welche durch feine Höckerchen wie gekörnelt aussieht, und der zarten Zellenlage darunter nach aussen eine starke, quergestreifte Musculatur und auffallend viele Tracheen. Jeder Behälter besitzt an seinem nach aussen geöffneten Ende zwei gekrümmte braune Hornplatten, welche nach innen mit Borsten versehen und nach aussen mit Büscheln einzelliger Drüsen besetzt erscheinen.

Weiterhin habe ich mir die Afterdrüsen noch folgender Laufkäfer betrachtet.

Carabus auratus. Die Gestalt des Apparates dieses Käfers, wie er sich bei geringer Vergrösserung und im Ganzen darstellt, kann man wieder bei Dufour[1]) in richtiger Zeichnung sehen. Der secernirende Theil besteht aus einer schönen rundbeerigen Traube, wobei meistens zwei bis drei Beeren schon mit ihrer Basis zu einer neuen Einheit sich vereinigen. Geht man an eine nähere Untersuchung der Drü-

1) Annal. d. scienc. natur. 1826. Pl. 19, Fig. 1.

senbeeren (vergl. Fig. 13), so begegnet man sehr zierlichen Bildungen. Man unterscheidet an der Tunica propria jeder Beere eine innere schärfer liniirte Lage und eine äussere, zarte, welche letztere das die Beeren überspinnende Tracheennetz trägt (a). Die frische nicht durch Druck veränderte Drüsenbeere ist dunkelkörnig und die Nuclei sind deutlicher als die Zellenumrisse. Aus dem Innern schimmert ein dunkler Fleck durch — der Anfang des chitinisirten Ductus communis. Hat man Kalilauge zutreten lassen, so thut sich der Beobachtung auf, dass der in jeder Beere blind beginnende Ausführungsgang von diesem seinem rundlichen Anfang aus nach allen Seiten gerade, nicht geschlängelte Röhrchen entsendet (c), welche als Einzelgänge zu je einer Secretionszelle gehören. Wendet man darauf der Structur des Ausführungsganges seine Aufmerksamkeit zu, so erkennt man an ihm, namentlich wo er schon einige Stärke erreicht hat, sowohl die Peritonealhülle (d), als auch die Intima (e u. f) und beide haben erwähnenswerthe Eigenschaften. Die Peritonealhülle ist von zelligerem Charakter, als dies bei *Brachinus* z. B. der Fall war und hat schon ein gewisses härtliches wie chitinisirtes Aussehen, quillt übrigens in Kalilauge stark auf. Die darauf folgende Intima ist (an den stärkeren Abtheilungen des Ganges) bedeutend dick; und dadurch entsteht eine lichte, an beiden Rändern wellig verlaufende Zone, welche eben (e) die im Querschnitt gesehene Dicke der Intima ist. Zur inneren Sculptur hat die Intima Querringe (f), die indessen nicht durchaus regelmässig verlaufen, sondern sich zum Theil ineinander schieben. Zwischen den Querringen erheben sich zahlreiche Längsstrichelchen. Die Farbe der Intima nach innen ist ein schmutziges Braun. — Der Secretbehälter verhält sich, insoweit ich denselben näher betrachtet habe, bezüglich seiner äusseren derben Muskelhaut und stark faltigen Intima wie bei *Brachinus*.

Carabus cancellatus schien am ganzen Apparat keine wesentlichen Unterschiede von *C. auratus* darzubieten.

Procrustes coriaceus zeigt, obschon der Typus ganz der gleiche ist wie bei den genannten *Carabi*, die Eigenthümlich-

keit, dass in den rundlichen Beeren der hier besonders grossen und schönen Drüsentraube der Ausführungsgang mit einer wenn auch noch sehr kleinen Erweiterung beginnt, so dass der innerhalb der Beere liegende Abschnitt der Brause einer Giesskanne ähnelt. Die Intima des Ausführungsganges lässt ausser den Querringen auch noch die dazwischen auftretenden Längsstrichelchen selbst an den schwächeren Abtheilungen des Ganges gut erkennen.

Eine hübsche Weiterbildung dessen, was der in den Drüsenbeeren beginnende Ausführungsgang bei *Procrustes* an sich hat, bemerkt man bei anderen Laufkäfern. Bei dem *Abax parallelus* z. B. erweitert sich der Anfang des Ductus innerhalb des Drüsenfollikels so (Fig. 14), dass man eher von einem zweiten im Follikel eingeschlossenen Sack reden könnte. Von diesem weg gehen nun wieder strahlig die Chitinröhrchen zu den im frischen Zustande dunkelkörnigen Secretzellen und an den Canälchen unterscheidet man deutlich ihre gleich dem Intimasack stark chitinisirte Basis und eine blasse, scharf davon absetzende Fortsetzung. Ganz ähnlich wie der genannte *Abax* verhält sich *Amara trivialis*, wo je eine Drüsentraube nur aus etwa sechs Blasen besteht und deshalb eine bequeme Uebersicht der ganzen Drüse gestattet. Im Ausführungsgang des *Abax parallelus* ist die äussere zellige Hülle ganz besonders scharf gerandet, gerade so, wie sich chitinisirte Gebilde verhalten. Im Innern zieht die Intima herab.

Endlich habe ich aus der Gruppe der Laufkäfer noch den *Chlaenius nigricornis* zergliedert, welcher sich im Bau des Apparates, von dem ich rede, wieder in etwas dem *Brachinus crepitans* annähert. Die Drüse besteht nämlich hier aus länglichen Schläuchen, wovon sich immer je zwei oder drei zu einer Wurzel des Ductus communis vereinigen. Die Secretzellen der Schläuche waren dergestalt mit gelbkörnigem Inhalt erfüllt, dass man am frischen Object nichts von einer Intima und deren weiterem Verhalten ansichtig werden konnte. Kalilauge bewirkt wieder, dass in jedem Schlauch ein innerer Canal als Intima zum Vorschein kam und dieser zeigt

sich rings herum nach seiner ganzen Ausdehnung mit Härchen oder den leicht geschlängelten Chitincanälchen der Secretzellen besetzt. In den Follikeln gewahrte man auch einzelne dunkelbraune Körper, die ich nur für Concremente von festgewordenem Secret halten konnte und da sie meist den Canälchen ansassen, so mag Unwegsamkeit der letzteren die Ursache zu ihrer Bildung gewesen sein. Der gemeinsame Ausführungsgang der Drüse machte abermals, wenn auch in anderer Weise als bei *Brachinus*, den Eindruck, wie wenn ein Chitingang in einem anderen eingeschlossen wäre, aber auch hier entsteht der scheinbare innere Canal nur dadurch, dass bei dem Vorhandensein einer inneren Leiste diese, indem sich der Gang spiralig zusammenschiebt und damit nach aussen ein faltiges, bauschiges Aussehen zur Schau trägt, durch das Aufeinanderstossen der Windungen zu einem scheinbaren, selbständigen Canal wird. Das im Behälter angesammelte Secret ist, wie fast immer, von fettiger Natur.

Aus der Gruppe der Brachelytren habe ich nur den *Staphylinus erythropterus* untersucht, den auch Dufour ausgewählt hat, aber obschon ich sonst, wie mehrmals zu bemerken sich Gelegenheit fand, die Darstellungen dieses Forschers mit den meinigen für übereinstimmend erklären musste, so will mir das nicht bezüglich des genannten Käfers gelingen. Fasst man letzteren etwas unsanft an, so stülpt er bekanntlich unter starker Krümmung des Körpers am Hinterleibsende rechts und links ein Säckchen hervor, womit die Verbreitung eines spezifischen Geruches zusammenfällt. Die nähere Besichtigung ergiebt mir, dass die ausgestülpte Blase dem Secretbehälter entspricht und beim Hervortreten wird die Intima des Sackes zur äusseren Cuticula und unter ihr bemerkt man alsdann einzellige Drüsen, deren Chitingänge zu Büscheln geordnet an der Cuticula münden. Jedes Canälchen endet in der Drüsenzelle mit einem deutlichen Knöpfchen. Nach Dufour, der von der Existenz dieser einzelligen Drüsen nichts wusste, ist noch ein besonderer fadenförmiger Drüsencanal vorhanden, den ich aber an den von mir

zergliederten Thieren nicht finden konnte.[1]) Fast ebenso unglücklich bin ich mit *Silpha obscura* gewesen. Auch hier erkenne ich zwar ohne Schwierigkeit den von Dufour beschriebenen unpaaren blasigen Secretbehälter, welcher in den Mastdarm einmündet, aber anstatt eines langen, vielfach gewundenen Drüsencanals finde ich nur einen blindsackigen Anhang des Behälters, nicht länger als dieser, und demselben dicht anliegend. Nach Anwendung von Kalilauge hebt er sich theilweise ab und man sieht bezüglich seiner Structur, dass unter einer Peritonealhülle ein quergestreiftes Muskelnetz sich ausbreitet, dann folgen weiter nach innen Zellen, und zu innerst die gelbliche, höckerige, stark faltige Intima.

Dufour erklärt, dass man in der ganzen Abtheilung der Clavicornier nur bei *Silpha* einen den Afterdrüsen analogen Apparat antreffe. Dieser Ausspruch möchte mit der Zeit an

1) Von anderen Brachelytren sind durch Stein Afterdrüsen an *Xantholinus punctulatus*, dann bei den Steninen und bei *Oxytelus rugosus* nachgewiesen worden, die alle von den ausstülpbaren Drüsen des *Staphylinus* abzuweichen scheinen. Bei *Xantholinus* besteht der Apparat „aus einer gestielten keulenförmigen Blase, welche das Secret sammelt, das ein an ihrer Basis einmündender, ziemlich langer, bandartiger, nach abwärts in einen engen Ausführungsgang zusammengezogener Follikel absondert“. Bei den Steninen sind die Analdrüsen keulenförmige Schläuche, in denen sich das Secret sammelt, welches hier nicht in einem eigenen Follikel, sondern in einer starken Zellenschicht abgesondert wird, welche die eine Hälfte des Schlauches überzieht“. Endlich bei *Oxytelus* bestehen besagte Organe „aus einem bandartigen Follikel, dessen Centralhöhlung sehr eng und mit kurzen, die ausführenden Canälchen tragenden Querästen versehen ist, einem aus der Mitte derselben abgehenden, in enge Spiralwindungen gelegten Ausführungsgang und aus einer gestielten Blase, welche das rostrothe, penetrant riechende Secret ansammelt und nach aussen befördert“. Der Apparat der Steninen scheint dieser Beschreibung zufolge sich ähnlich wie bei *Staphylinus* zu verhalten, sowie ich auch nicht unterlassen kann, nachträglich darauf hinzuweisen, dass auch bei Stein (a. a. O. Taf. III Fig. XIV f.) die ausstülpbaren Afterdrüsen dieses Thieres ebenfalls ohne einen besonderen anhängenden, fadigen Drüsen-Canal gezeichnet sind, so dass, indem ich den beregten von Dufour angenommenen Canal vermisste, dies doch nicht auf blossem Uebersehen zu beruhen scheint.

Geltung verlieren, wenigstens habe ich bis jetzt schon bei zwei Gattungen, bei *Trichodes apiarius* und *Clerus formicarius*, den Afterdrüsen entsprechende Organe wahrgenommen, die zumal bei *Trichodes* von interessantem Bau sind. (Vergl. Fig. 10.) Sie sitzen in der Nähe der Cloake und sind allerdings so klein, dass sie dem französischen Forscher, welcher der Anwendung stärkerer Vergrösserungen abhold ist, leicht entgehen konnten. Die Drüse ist paarig, und jede besteht aus einer Gruppe von etwa dreissig Zellen (a), die obschon dicht zusammengedrängt, doch nicht durch eine eigentliche sackförmige Tunica propria diese Einigung zu einem Ganzen erhalten, sondern die einzelnen Drüsen ketten sich unter einander durch strangartige Bindegewebsfäden zusammen. Jede Drüsenzelle nun, auf ihre nähere Beschaffenheit besehen, zeigt zwar auffallende aber doch mit dem Schema, wie es sich aus den bisherigen Mittheilungen über Drüsenstructur ableiten lässt, übereinstimmende Verhältnisse. In der frischen Drüsenzelle unterscheidet man ausser dem Kern und dem feinkörnigen gelblichen Zelleninhalt noch einen den Kern an Grösse um Vieles überragenden Körper (b), der einen hellen, fein radiär gestrichelten Rand hat, und im Inneren eine dunkle körnige Masse in grösserer oder geringerer Menge. Nach Wasserzusatz dehnt sich fraglicher Körper oder Blase rasch aus. Dass aus jeder Zelle ein chitinisirtes Canälchen als Ausführungsgang herauskommt, ist ebenfalls schon jetzt zu sehen. Wie in den früheren Fällen, so fördert uns hier wieder die Anwendung von Kalilauge weiter, indem an der sich aufhellenden Zelle zum Vorschein kommt, dass im Centrum der Blase ein leicht gekrümmtes, cylindrisches Gebilde liegt, welches doppelt gerandet und chitinisirt die eigentliche Wurzel des ausführenden Canälchens vorstellt. Ueberlegt man, dass die radiär gestreifte Blase als Umhüllung der Wurzel des Ausführungsganges angehört, und dass ferner eben diese Wurzel von in verschiedener Menge angesammelten Kügelchen verdeckt sein kann, so möchte man annehmen, dass die radiären Striche die ersten Wege bedeuten, durch welche aus dem Inneren der Zelle das Secret in die Wurzel

des Ausführungsganges gelangt. Die ausführenden Canälchen selber sammeln sich zu mehreren Büscheln, um an einer behälterartigen Erweiterung auszumünden, zu welcher sich das die Zellen zusammenhaltende Bindegewebe nach der Cloake hin verdichtet hat. Manchmal trifft man in der Erweiterung eine bräunliche Masse an, die wohl nur als angesammeltes Secret zu betrachten ist.

Bei *Clerus formicarius* besteht die gleichfalls paarige Afterdrüse zwar ebenfalls aus Zellen, wovon jede ihr besonderes Canälchen hat, aber sowie die Secretzellen hier zu einem ovalen abgegrenzten Follikel vereinigt sind, so kommt auch diesem Follikel eine chitinisirte Intima zu, in welche die Ausführungscanälchen der Zellen und zwar in büschelförmiger Anordnung einmünden. Die Secretionszellen haben eine geringe Grösse und ihr Gang beginnt mit einem Knöpfchen. Der Follikel im Ganzen setzt sich scharf gegen den gemeinsamen Ausführungsgang ab.

Aus der Ordnung der Orthopteren widmete ich den Analdrüsen der Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris*) meine Aufmerksamkeit, da auch Dufour hierüber eine Beschreibung und Abbildung gab. Die Drüsen scheinen seit dieser Zeit nicht mehr untersucht worden zu sein, wenigstens bezieht man sich überall nur meines Wissens auf die Angaben des genannten Entomotomen. Man sieht zu beiden Seiten des Mastdarmes im hintersten Theil der Leibeshöhle einen ovalen Körper, der durch eine hellbläuliche Inhaltsflüssigkeit sich leicht bemerklich macht. Dieser paarige Körper ist die Afterdrüse und da bei der Untersuchung ohne Mikroskop oder auch unter geringer Vergrösserung das freie Ende des Körpers ein faltig-lappiges Aussehen darbietet, so nahm Dufour an, diese runzlige lappige Spitze sei die Drüse und der untere, mehr glatte Theil entspreche dem Secretbehälter, welche Auffassung auch bisher von Niemandem beanstandet wurde. Indessen ist sie, wie aus folgenden Mittheilungen hervorgeht, unstatthaft. Die Afterdrüsen der Maulwurfsgrille bestehen nämlich aus einem Sack, der nach seinem ganzen Umfang mit einzelligen Drüsen besetzt sich zeigt. (Vergl. Fig. 15.)

Man gehe bei der histologischen Untersuchung von der Intima aus (d) und man wird nach Anwendung des oft genannten Reagens bemerken, dass ihr durchweg an der äusseren Seite feine geschlängelte verhältnissmässig nicht lange Canälchen (c) aufsitzen, welche die Ausführungsgänge der hinter der Intima ausgebreiteten secernirenden Zellen (b) sind. Letztere haben ein etwas trübes Aussehen, und schliessen auch wohl einige Fettkörnchen ein. Nach aussen von den Zellen grenzt eine Tunica propria (a) den Sack ab und zudem noch eine quergestreifte Muskelhaut (e). Gerade die Anordnung der Musculatur trägt wesentlich dazu bei, dem Drüsensack eine Gestalt zu verleihen, wie wenn ein lappiger Drüsenkörper einem Secretbehälter aufsässe. Es ist nämlich die Muskelhaut keine continuirliche, sondern besteht aus einem Geflecht, dessen Maschen namentlich gegen das freie Ende hin sehr weit sind. Bei der Präparation nun zieht sich die Musculatur zusammen, der bläuliche Saft des Sackes wird nach unten hin zusammengedrängt und macht den Sack an dieser Gegend prall, während am freien Ende durch die Contraction des Muskelgeflechtes die übrigen Häute des Sackes aus den Maschen bauschig vorquellen und so im Ganzen und für das freie Auge einen lappigen Drüsenkörper vorspiegeln, den Dufour auch für einen solchen genommen hat.

Den Analdrüsen der Käfer und Orthopteren verwandt ist der Giftapparat verschiedener Hymenopterenweibchen, wovon ich die Honigbiene, die Horniss, Wespe und Hummel, sowie die Ameise untersuchte.

Apis mellifica. Den secernirenden Theil des Giftapparates bilden zwei mehrfach gewundene Drüsencanäle, die nach ihrer Vereinigung mit gemeinsamem Gang in einen birnförmigen Behälter führen, aus dem dann wieder ein dünner Ductus in den Stachel sich einsenkt, was alles seit langer Zeit wohlbekannt und bei Swammerdam[1]), Brandt und Ratzeburg[2]), Dufour[3]) abgebildet ist. Ueber den feineren Bau

1) Biblia naturae.

2) Medizinische Zoologie.

3) Recherches etc.

berichtete zuerst H. Meckel[1]), aber es muss der von ihm gegebenen Beschreibung irgend eine Verwechslung zu Grunde liegen, da sie auch gar nicht auf die Honigbiene passen will. Er sagt, „die Giftdrüse bei *Apis mellifica* sei ein rundes Läppchen, von einer Tunica propria umschlossen". Sie bestehe ferner aus einer soliden Zellenmasse etc., während ja leicht zu sehen ist, dass die Drüse zwei lange Schläuche bildet und diese mit einer Lichtung versehen sind, wie ich es jetzt des Näheren zu schildern habe, und wozu ich vorausbemerken will, dass die Mittheilungen sich auf die Zergliederung der Bienenkönigin gründen. Aus dem unpaaren Giftbehälter entspringt ein Drüsencanal, der erst weit weg von der Blase sich gablig theilt (was übrigens bei der Arbeitsbiene sich gerade so verhält), und in dem man im frischen Zustande die Tunica propria und die klaren Secretionszellen mit grossem viele Nucleoli enthaltenden Kern unterscheidet, auch lässt sich bei passender Einstellung schon jetzt eine Intima durch die Zellenmasse hindurchsehen. Nach Behandlung mit Reagentien zeigt sich, dass die Intima hier von ungewöhnlicher Dicke ist (Fig. 16 d), und mit welligen Rändern verläuft; in Uebereinstimmung mit dem starken Querdurchmesser dieser Intima steht es ferner, dass dieselbe deutlich nach der Länge gestreift d. h. geschichtet erscheint. Von der Intima weg in die Masse der Secretionszellen schlängeln sich die feinen Canälchen (c), und es kam mir vor, als ob sie nicht ganz regellos die Intima besetzten, sondern zu bestimmten Büscheln geordnet in die allgemeine Lichtung des Drüsencanals übergingen. Auch in dem Giftbehälter hat die Intima noch die geschichtete Beschaffenheit und in dem zum Stachel leitenden Ausführungsgang erhält sie überdies eine besondere Sculptur in Form von kurzen querlaufenden Verdickungen. Auch ist besonders hervorzuheben, dass noch in dem ganzen Umfang des Giftbehälters aus der Zellenschicht Chitincanälchen zur Intima führen. Die Canälchen sind da kürzer, weniger geschlängelt als jene des

1) a. a. O. S. 49.

Drüsencanals, stehen auch keineswegs so dicht, sondern mehr vereinzelt. Eine Muskelschicht fehlt dem Behälter, die Tunica externa s. propria zerfällt in eine innere schärfer gerandete Lage und eine äussere, weichere, welche die Tracheen trägt.

Die Giftdrüse der Horniss (*Vespa crabro*) hat nach ihrem feineren Bau bereits H. Meckel beschrieben, und das Wesentliche davon richtig erkannt, indem er zeigte, dass die Drüse ausser einer Tunica propria eine dicke Lage von Zellen besitze und aus der Zellenmasse sich gleich „aufsaugenden Würzelchen" Röhrchen sammelten, welche zu einem inneren von der Tunica intima gebildeten Gang führten. Doch betont H. Meckel, dass er nicht ermitteln konnte, wie die Röhrchen peripherisch endigten, ob sie blind seien oder in eine Zelle übergingen. Ueber diesen Punkt vermag ich näheren Aufschluss zu geben, da ich mit Deutlichkeit sehe, dass je ein Canälchen in eine Zelle eintritt und nur scheinbar einfach aufhört, denn ein weiteres Betrachten deckt auf, dass hinter dem vermeintlichen Ende noch verästelte Würzelchen zugegen sind (Fig. 17 c), die zwar ein blasseres Ansehen als das ausführende Canälchen haben, aber doch mit Sicherheit zu verfolgen sind. Die Zellen haben eine lichte Beschaffenheit, und nur um das Wurzelwerk herum hat sich constant ein Körnerhaufen angesammelt, so dass wieder erst nach Kalilauge diese Wurzeln des Canals zum Vorschein kommen. Für den, welcher meine Angabe nachzuprüfen Lust hat, möchte ich die Bemerkung hierhersetzen, dass es gut sei, zuerst die unten zu beschreibende Speicheldrüse der Horniss zu untersuchen, wo dieselbe Bildung vorkommt, aber in etwas grösserem und daher zugänglicherem Massstab. Hat man sich dort orientirt, so wird man auch an der Giftdrüse keine Schwierigkeiten finden. Die Intima des Drüsencanals ist glatt und der Canal im Ganzen entsendet, während er sich hin- und herwendet, einige wenige kurze Seitensprossen, welche man an der Zeichnung bei Dufour[1]) vermisst.

1) Recherches Pl. 7, Fig. 77 h.

Ich habe mir bezüglich der Horniss nicht angemerkt, ob der Giftbehälter eine Muskellage besitzt[1]) aber bei der gewöhnlichen Wespe (*Vespa vulgaris*) sah ich noch vor Kurzem, dass die Giftblase, deren Intima quergestrichelt sich zeigt, eine dicke, musculöse Hülle hat. Die beiden Gift-Canäle entspringen hier fast gesondert aus dem Behälter, und nur nach völliger Aufhellung der Musculatur sieht man, dass sie beide eine ganz kurze gemeinsame Wurzel haben.

Bei der Hummel (*Bombus lapidarius*) sind die vorhin von der Horniss erwähnten seitlichen Ausläufer des Drüsencanals etwas zahlreicher, im Uebrigen aber scheint die Structur eine ganz analoge zu sein.

Was die Ameise betrifft, so wollen meine Beobachtungen nicht mit denen H. Meckels stimmen, obgleich wir beide, wenigstens dem Namen nach, dieselbe Art untersuchten. Ich benutzte die *Formica rufa*, wie sie z. B. in Brandt und Ratzeburgs medizinischer Zoologie schön abgebildet ist, und sehe, dass der Gift-Canal eine einfache Gestalt hat, dabei lang, gewunden und frisch ziemlich hell ist, obschon die Secretionszellen eine Körnchenmasse enthalten. Kalilauge macht die Intima deutlich, welche durchweg mit welligen Conturen verläuft, und die zahlreichen, feinen Canälchen aus den Zellen aufnimmt. (H. Meckel beschreibt den Drüsencanal so, als ob er von der Mündung bis zum blinden Ende fortwährend mit kleinen, kurzen Bälgen besetzt sei. Die Secretzellen seien ferner von platter Form und von dem Vorhandensein der feinen Röhrchen wird nichts gemeldet. Wenn nicht irgend eine Verwechslung im Spiele ist, so beziehen sich jedenfalls diese Angaben auf ein anderes Thier.)

4. Ueber die Speicheldrüsen.

Durch die Bemühungen verschiedener Entomotomen sind bei zahlreichen Insecten Speicheldrüsen nachgewiesen worden, und man erstaunt beim Betrachten der von Swam-

1) Nachträglich kann ich beifügen, dass auch der Giftbehälter der Horniss eine sehr dicke Musculatur hat.

merdam, Lyonet, Ramdohr, Suckow, Herold und Dufour gelieferten Abbildungen abermals über die Mannichfaltigkeit und Zierlichkeit, welche sich in der Form der absondernden Follikel zu erkennen giebt. Ueber den feineren Bau hat aber meines Wissens bisher einzig und allein wieder H. Meckel gehandelt, wir verdanken ihm Mittheilungen über die Speicheldrüsen der Ameise, der Stubenfliege, der Biene, der Grille und der Raupen. Ich suche in dem Folgenden unsere Kenntnisse in der von genanntem Forscher betretenen Richtung weiter zu fördern.

Bei den Käfern sind Speicheldrüsen bekanntlich nicht allgemein verbreitet, bei gar manchen Arten habe ich mich vergeblich bemüht, sie aufzufinden, so z. B. bei *Lucanus cervus*. Gefunden und näher untersucht habe ich sie z. B. von einer *Leptura*, von *Trichodes apiarius* und *Coccinella septempunctata*. Der Bau war im Wesentlichen bei allen der gleiche, indem die Drüse aus verästelten Schläuchen bestand, aus deren Axe eine glänzend dunkle, in Kalilauge unveränderliche Intima heraussah, die den Anblick eines soliden Fadens darbot. Bei *Coccinella* schwand nach Aufbewahrung des Präparates in Glycerin dieser Faden fast völlig und es blieb nur eine Contur wie von einer gewöhnlichen Intima zurück. Zwischen der Intima und der äusseren Begrenzungshaut liegen die Zellen, einen entweder mehr hellen oder mehr körnigen Inhalt einschliessend, und verglichen mit den Secretionszellen in den Speicheldrüsen anderer Insecten sind sie ziemlich klein zu nennen.

Ausführlicher will ich jetzt der Speicheldrüsen der Biene gedenken, da die vorhandenen Angaben, selbst die H. Meckel's nicht ausgenommen, den Gegenstand keineswegs erschöpfend darstellen.

Die früheren Beobachter wussten nur von Einem Paar von Speicheldrüsen, H. Meckel entdeckte ein zweites Paar, ich selbst sehe bei der Arbeiterbiene drei nach Form und Structur ganz specifisch verschiedene Speicheldrüsen. Ich will mit jener Drüse beginnen, welche durch Ramdohr zuerst beschrieben wurde, dann durch Treviranus und Du-

four, während Swammerdam und Réaumur in ihren Zergliederungen der Biene sie übersehen hatten. Diese Speicheldrüse ist nach ihrem Umfang die stärkste und liegt hinter dem Kopf im Bruststück neben dem Schlund. Man präparirt sie am leichtesten dadurch, dass man den Thorax nach der Länge entzwei schneidet, worauf man aus jeder Hälfte sie ohne Mühe herausheben kann. Die Form der Drüsenfollikel (vergl. Fig. 23) ist weder von Treviranus[1]) noch von Dufour correct wiedergegeben, da man bei ihren Figuren den Eindruck von einfachen mehr oder weniger geschlängelten Schläuchen erhält, während doch die Drüse deutlich aus langen, verästelten, häufig mit dem kolbigen Ende eingebogenen Schläuchen besteht. Letztere sind von hellem Aussehen, im Innern ist eine Intima vorhanden (c), die wellig-buchtige Conturen zeigt, welche sehr bald in eine querringige Sculptur sich umsetzen. Aus den Zellen herausführende feine Canälchen sah ich nicht, wohl aber markiren sich unter dem Einfluss von Kalilauge um die Intima herum Zacken und Streifen, die von den veränderten Zellen herrühren und auf Fig. 23 zu erblicken sind. Da, wo die Aeste aus den Lappen der Drüse zusammentreten, bildet jederseits der Ausführungsgang eine behälterartige Erweiterung. Die Querringe im Ausführungsgang sind um vieles schärfer geworden, und die äussere Haut (Peritonealhülle) ist mit deutlichen Kernen versehen.

Die beschriebene Drüse erscheint am entwickeltsten bei der Arbeiterbiene, schon bei der Bienenkönigin kommt sie mir kleiner vor und was die Bienenmännchen (Drohnen) betrifft, so ist hier die Drüse, was bereits Dufour wusste, äusserst rudimentär, so dass sie, wie ich sehe, nur einige wenige Schläuche zählt, die übrigens ganz die eben verhandelte Structur zeigen.

Die zwei anderen Paare von Speicheldrüsen liegen im

---

1) Vergl. die Copie bei Brandt und Ratzeburg, Taf. XXV. Fig. 28.

2) a. a. O. Pl. 5, Fig. 48 b u. Fig. 49.

Kopfe und können wieder, indem man denselben der Länge nach spaltet, leicht zur Untersuchung gewonnen werden, wobei ich denn auch bemerken will, dass man die drei verschiedenen Arten der Speicheldrüsen schon mit freiem Auge (selbstverständlich unter Wasser) sehr gut zu unterscheiden vermag. Das eine dieser Drüsenpaare heisst bei H. Meckel untere Speicheldrüse (Glandula sublingualis), und ich habe bereits von einer Endblase derselben in der „Histologie des Menschen und der Thiere“ Fig. 187 eine schematische Abbildung gegeben, nachdem ich früher schon[1]) über die Structur Einiges beigebracht hatte. Beides, die Abbildung wie die Beschreibung sowohl, mag durch das Gegenwärtige vervollständigt werden. Man unterscheidet an der Drüse den ästigen Ausführungsgang und die unregelmässig birnförmigen Endblasen, die (vergl. Fig. 22) ihrerseits aus der Tunica propria, den Zellen und der Intima bestehen. Die Tunica propria (a) trägt eine äusserst feine Endvertheilung von Tracheen, was besonders gut an Thieren hervortritt, die einen Tag in der Lösung von doppelt-chromsaurem Kali gelegen hatten, und deren Speicheldrüsen man darauf mit verdünnter Kalilauge behandelt hat. Die Secretionszellen (b) sind ziemlich gross, polygonal und von feinkörnigem Inhalt. Die Intima (c) von fettig-glänzendem Aussehen und knitterig-netzartiger Beschaffenheit ist von Löchern (d) durchbohrt. Diese Löcher haben eine verschiedene Grösse, die kleineren sind rund, die grösseren von unregelmässiger Gestalt, sie stehen gern truppweise beisammen und scheinen nicht gerade, was ich früher vermuthete, in derselben Anzahl wie die Zellen vorhanden zu sein. Im Stiel der Drüsenblase oder dem beginnenden Ausführungsgang nimmt die faltig-knitterige Beschaffenheit der Intima zu, bis daraus allmählig eine Art Spirale im dickeren Theil des Ausführungsganges sich hervorbildet. Das im Hauptgang angesammelte Secret zeigt eine fettige Natur. Die beschriebene Drüse kommt sowohl der Arbeiterbiene als auch der Bienenkönigin zu, bei welcher letzteren ich sie

1) Müller's Archiv 1855, S. 451.

wohl entwickelt sehe; bei der männlichen Biene fehlt sie zwar auch nicht, doch steht sie hier an Ausbildung nach, da der Ausführungsgang weniger stark verzweigt ist, und demzufolge auch die Zahl der Endblasen abgenommen hat.

Um endlich zum dritten Paar der Speicheldrüsen überzugehen, so sei zum Voraus hervorgehoben, dass dasselbe nur der Arbeitsbiene eigen ist; weder bei der Bienenkönigin, noch bei der männlichen Biene, was ich auf wiederholte Untersuchungen hin behaupten darf, findet sich davon eine Spur. H. Meckel nennt die Drüse Supramaxillardrüse und bezieht auch die oben citirte Figur bei Brandt und Ratzeburg hierher, was gewiss unrichtig ist, die dort nach Treviranus copirte Zeichnung entspricht vielmehr der im Thorax liegenden Speicheldrüse, d. h. der von mir als erstes Paar geschilderten Drüse. Es besteht nun die Supramaxillardrüse aus einem langen, ungetheilten Gang, an dem von Stelle zu Stelle, vielleicht in Spiraltouren, gestielte Blasen aufsitzen. (Vergl. Fig. 21.) Der Gang zeigt eine stark chitinisirte Intima, die ohne weitere Sculptur ist, und eine äussere zarte Haut. Die gestielten Follikel haben eine die Secretionszellen zusammenhaltende Tunica propria, welche an der frisch herausgenommenen Drüse sich den Wölbungen der einzelnen Zellen so anschmiegt, dass der Follikel höckerig erscheint. Am Stiel umschliesst die Tunica propria den Büschel der aus den Zellen führenden und verhältnissmässig ziemlich starken Canälchen (c). Der Kern der Secretionszelle (b) hat zahlreiche Nucleoli, der Inhalt der Zelle ist gewöhnlich eine blass granuläre Substanz, und nur einigemal beobachtete ich, dass eine Anzahl von Follikeln eine gelbbraune Masse in den Zellen bereitet hatte. H. Meckel, welcher die ausführenden Röhrchen gut kannte und abbildet, war nicht sicher darüber, ob an jede Zelle ein Röhrchen tritt, hält es jedoch für wahrscheinlich. Ich glaube letzteres bestimmt aussagen zu können und habe über das Verhältniss, in welchem das ausführende Röhrchen zur Zelle steht, noch eine weitere Beobachtung gemacht. Zugesetzte Kalilauge und die dadurch *bewirkte* Aufhellung des Follikels thun dar, dass die Chitin-

röhrchen da nicht aufhören, wo sie mit einem Mal ihre lebhaft dunklen Ränder verlieren, sondern das Canälchen setzt sich jenseits des scheinbaren Endes noch in eine knäuelartige Verlängerung fort, mit anderen Worten, das eigentliche Ende von jedem Chitinröhrchen innerhalb einer Secretionszelle ist ein blasser Glomerulus. Diese Bildung, welche sich auf Fig. 21 dargestellt findet, war mir noch unbekannt, als ich die Fig. 186 in der „Histologie der Menschen und der Thiere“ skizzirte.

Es wäre von Interesse die Speicheldrüsen einer grösseren Anzahl verwandter Hymenopteren mit Rücksicht auf ihren feineren Bau zu vergleichen, ich kann vor der Hand nur über *Bombus lapidarius* und *Vespa crabro* verfügen, die aber schon bei aller Uebereinstimmung im Typischen doch beachtenswerthe Abänderungen aufweisen.

Was die genannte Hummel betrifft, so besitzt sie die drei Drüsenpaare der Arbeitsbiene, und noch eine vierte unmittelbar an der Zungenwurzel gelegene, die vielleicht auch bei der Biene nicht fehlt, wonach ich leider nicht geforscht habe. Die im Thorax gelagerte Speicheldrüse ist auch bei der Hummel die grösste, und besteht aus sehr langen, am Ende etwas angeschwollenen Schläuchen ohne Seitensprossen. Die Secretionszellen sind hell, ihr Kern hat viele Nucleoli, die Intima der Schläuche hat ein ziemlich blasses Aussehen und springt während ihres Verlaufes mit kleinen Höckern vor, wie dergleichen bei verschiedenen Drüsen zur Aufnahme der feinen aus den Zellen führenden Röhrchen dienen, doch habe ich solche nicht gesehen, vielleicht sind sie, da auch die Intima weniger chitinisirt ist, so zart, dass sie in Kalilauge schwinden. Die querringige Sculptur der Intima tritt hier später auf als bei der Biene, indem sie erst da in leisen Anfängen beginnt, wo eine Anzahl von Drüsenschläuchen zu einer Wurzel des Ausführungsganges sich vereinigt haben. Tiefer unten färbt sich die Intima des Ausführungsganges braun und in der äusseren Haut (Peritonealhülle) sieht man ausser den Kernen auch einzelne Fetttropfen. — Im Kopf liegen die übrigen Speicheldrüsen, wovon die eine (untere Speichel-

drüse bei H. Meckel) Treviranus beobachtet zu haben scheint, und sie als vorderen Lappen der im Thorax befindlichen Drüse auffasste, von der sie sich aber durch ihre Structur ebenso unterscheidet, wie es bezüglich der Biene beschrieben wurde. Ich will nicht alle Einzelheiten wiederholen, da auch schon H. Meckel bemerkt, dass fragliche Drüse von *Bombus* jener der Biene ganz ähnlich sei, und nur das anmerken, dass die Intima in den birnförmigen Endblasen der Drüse ebenfalls von eigenthümlich fettigem Glanz ist, und dass sie von einzelnen unregelmässig stehenden Löchern durchbohrt sich zeigt. Eine etwas nähere Berücksichtigung verdient die zweite im Kopf untergebrachte Drüse, und diese hat bisher bloss H. Meckel gekannt, aber er scheint sie nicht gerade einlässlicher betrachtet zu haben, da er von ihr kurz angiebt, es verhalte sich die vordere Speicheldrüse von *Bombus* ganz ähnlich wie die entsprechende der Biene, nur seien die Acini kleiner. Nun ist aber hier bei *Bombus* das, was der genannte Forscher Acinus nennt, etwas anderes, als bei der Biene. Bei letzterer nämlich besteht der Acinus aus einer Anzahl von Zellen, die durch eine Tunica propria zu einem Ganzen vereinigt sind, bei *Bombus* hingegen (vergl. Fig. 24) repräsentirt immer nur eine einzige Secretionszelle (a) den Acinus, oder anders gesagt, die Secretionszellen sind hier gar nicht zu einem Acinus gesammelt, sondern jede bleibt für sich, und schickt für sich ihr Ausführungsröhrchen (c) in den gemeinsamen Sammelgang (d). Zur Befestigung der Zellen dienen zarte bindegewebige Brücken (b), welche von einer Zelle zur anderen gehen. Die Zellen selber sind ziemlich ansehnlich, der Kern hat viele Nucleoli, und der chitinisirte Ausführungsgang erzeugt innerhalb der Zelle, und zwar jenseits seines dunkelen Endes, indem er sich hin und herwindet, einen blassen Glomerulus. Der gemeinsame Sammelgang der Drüse ist ein langer ungetheilter Canal, schmäler als bei der Biene, aber brauner von Farbe. Die feinen Röhrchen gehen zum Theil einzeln, zum Theil, und dies möchte das häufigere sein, zu mehreren nebeneinander in den Hauptgang über. — Ausser den abge-

handelten drei Drüsenpaaren sehe ich noch unmittelbar an der Zungenwurzel einen Haufen von schönen grossen Zellen, wovon jede mit einem Ausführungsgang in das genannte Organ führt. Die Röhrchen neigen sich gegen einander, so dass sie wohl zusammen an einem und demselben Punkte ausmünden.

Die Horniss (*Vespa crabro*) entfernt sich im Bau der Speicheldrüse von der Biene noch mehr als die Hummel. Ich sehe zwei Drüsenpaare, unter sich wieder sehr verschieden in der feineren Structur, von denen meines Wissens nur das grosse, im Thorax gelegene Paar bekannt ist, und durch Dufour[1]) zuerst beschrieben wurde. Betreffende Drüse entspricht der bei der Biene und Hummel im Thorax verborgenen Drüse, besteht aber nicht aus langen Schläuchen, sondern aus runden Follikeln, so dass das Organ im Ganzen eine schöne Traube vorstellt. An jeden Follikel (Fig. 18) treten von aussen Tracheenzweige heran, und verästeln sich über die Tunica propria weg in feiner Vertheilung. Das Innere des Follikels erfüllen die Secretionszellen, und wie man nach Aufhellung durch Kalilauge erblickt, so verästelt sich der Stiel oder der Ausführungsgang von jedem Follikel innerhalb desselben dendritisch, und die feinsten Enden der Verzweigung darf man der Analogie nach als die primären Ausführungsröhrchen der Secretionszellen ansehen. Schon nahe dem Austritt aus dem Follikel nimmt der Ausführungsgang eine obschon zarte, doch deutliche spirale Sculptur an. Die Tunica externa steht am ganzen Gang ziemlich weit von der Intima ab.

Im Kopf der Horniss, zunächst unter der Stirn, steckt nur Ein Drüsenpaar, das man vielleicht jener Drüse der Biene und Hummel an die Seite stellen kann, bei welcher die Secretionszellen in einen ungetheilten Sammelgang führen. Jedenfalls ist soviel sicher, dass hier bei der Horniss ein Analogon jener im Kopf der Biene und Hummel befindlichen Drüse, welche aus einem verästelten Gang mit birn-

---

1) a. a. O. Fig. 77 b u. 78.

förmigen Endblasen besteht, mangelt. Die Elemente der vorhandenen Drüse sind ansehnliche Zellen (Fig. 25 a), der Kern derselben gross, wasserklar, mit vielen Nucleolis. Die Zellen, obschon sie alle selbständig bleiben, sind doch untereinander durch zartere oder breitere bindegewebige Streifen (b) verbunden. Aus jeder Zelle führt ein feines Röhrchen, über dessen Anfang innerhalb des frischen Zellenkörpers man nichts sicheres ermitteln kann, da gerade an der Stelle, aus welcher das Röhrchen anhebt, eine etwas grobkörnige Masse angehäuft ist. Hat man aber diese verdeckende dunklere Substanz durch das oft genannte Reagens weggeschafft, so erblickt man (bei guter Vergrösserung natürlich) ein dichtes Wurzelwerk, welches blasser ist als das aus der Zelle leitende Röhrchen, aber unverkennbar zu diesem gehört, und als der eigentliche Anfang desselben zu betrachten ist (c).

Endlich kenne ich aus der Ordnung der Hymenopteren nach eigener Anschauung die Speicheldrüsen der *Formica rufa.* Dufour weiss nur von Einem Paar, welches er an *Formica pubescens* darstellt. Abbildung[1]) und Beschreibung würde schliessen lassen, dass diese Speicheldrüse bedeutend von denen der übrigen Hymenopteren abweiche, da sie die Form einer einfachen, ovalen, gestielten Blase besässe. H. Meckel beschreibt zwei Paar Speicheldrüsen der *Formica rufa*, während ich deutlich an derselben Species (Arbeiter) drei Paar unterscheide von nachstehender Beschaffenheit.

Das erste oder obere Paar präparirt man am leichtesten durch Abheben der Stirndecke, und es besteht dasselbe, wie schon H. Meckel gezeigt hat, aus einer Anzahl grosser Zellen (Fig. 20 a) mit hellem Kern und mehreren Kernkörperchen; aus jeder Zelle führt (b) ein chitinisirtes feines Rohr, doch stimmen bezüglich des Verhältnisses dieses Ausführungsganges zur Zelle meine Beobachtungen nicht mit den Angaben des bezeichneten Forschers überein. Nach H. Meckel liegt jede Zelle in einem besonderen Beutelchen und die Ver-

---

1) a. a. O. Pl. 7, Fig. 86.

längerung desselben[1]) bildet den Ausführungsgang, während ich sehe, dass der chitinisirte Gang (b) aus dem Inneren der Zelle kommt, und wie z. B. nach Anwendung schwacher Essigsäure klar sich zeigt, von einer zarten Hülle, die aber unmittelbare Fortsetzung der Zellenmembran ist, begleitet wird. Der eigentliche geschlängelte Anfang des Röhrchens innerhalb der Zelle ist blasser als der weitere Verlauf desselben. Alle die Gänge zusammen treten, ohne sich unter einander zu verbinden, zu einem gemeinsamen kurzen kegelförmigen Ausführungsgang. — Das zweite ebenfalls noch im Kopf befindliche Drüsenpaar (untere, oder hintere Speicheldrüse) besteht, wie H. Meckel richtig beschreibt, aus einer ziemlich grossen Zahl langer, gelber Follikel, welche sich büschelförmig vereinigen. Jeder Schlauch hat eine starke Intima von ähnlichem fettigen Glanz, wie bei der entsprechenden Drüse der Biene und Hummel, den Inhalt der Secretionszellen bilden gelbe Kügelchen, die stark an Fetttropfen erinnern. Umschlossen werden die Secretionszellen von einer zarten Tunica propria.

Das dritte Drüsenpaar, welches H. Meckel nicht ererwähnt, und welches im Thorax liegt, ist von hellem Aussehen und besteht aus langen kolbig geendigten Schläuchen. Die Intima von jedem solchen Follikel ist zwar blass, aber man bemerkt doch, dass sie bis in die blinden Enden fein quergestrichelt ist. Dann zeigt der Intimaschlauch auch noch das besondere, dass, obschon der Follikel im Ganzen keine Seitensprossen ausschickt, doch von der Intima im blinden erweiterten Ende des Follikels einige Aussackungen gebildet werden. Nachdem die Follikel sich zu einem gemeinsamen Ductus zusammengethan haben, erweitert sich letzterer jederseits zu einem umfänglichen Speichelbehälter, dessen Intima ebenfalls fein quergestrichelt erscheint. Es ist mir nun im hohen Grade wahrscheinlich, um nicht zu sagen gewiss, dass Dufour an *Formica pubescens* die eigentlichen Drüsenfollikel wegen ihrer Zartheit übersehen und nur den

1) a. a. O. Taf. I, Fig. 16.

etwas derberen Speichelbehälter beobachtet und für die ganze Drüse genommen hat.

Aus der Ordnung der Dipteren besah ich zuerst die Speicheldrüsen der Schmeissfliege (*Musca vomitoria*), bei welcher H. Meckel ebenfalls ausser der lange bekannten im Thorax liegenden Drüse noch eine andere im Rüssel verborgene entdeckt hat, doch glaube ich noch einiges nicht unwesentliche zur Vervollständigung der Beschreibung beitragen zu können. Die Drüse scheint unpaar zu sein und besteht aus einer Anzahl grosser, wasserheller Zellen (es mögen deren 40—50 sein), und was die eigentliche Lage der Drüse angeht, so betrachte ich den Theil, der sie birgt, als umgewandelte Oberlippe. Die Zellen zusammen umschliesst eine zarte Hülle, und aus jeder Zelle (vergl. Fig. 19) schimmern zwei Körper hervor, wovon der eine ein runder, heller Nucleus ist (a), der andere eine scharf conturirte ovale Blase (b), welche sich als die Wurzel des aus der Zelle führenden Ganges darstellt. H. Meckel gedenkt dieser Blase nicht, aber in den Icones physiologicae von Ecker, wo ein Stück der Drüse abgebildet wird, erscheint sie, wenn mich meine Erinnerung nicht trügt, eingezeichnet (leider bin ich nämlich ausser Stand, das Ecker'sche Werk im Augenblick zu vergleichen). Was die feinen Ausführungsröhrchen betrifft, so verbinden sie sich, bald nachdem sie aus den Zellen heraus sind, mit einander, und es entstehen so mehrere Hauptgänge, welche in die Rüsselöffnung gehen. Die blasige Wurzel der ausführenden Canälchen wird in Kalilauge nach und nach sehr blass, während das eigentliche Canälchen scharf gerandet bleibt. Noch muss ich von den Zellen bemerken, dass es das Ansehen hat, als ob einzelne durch einen stielförmigen Fortsatz so untereinander zusammenhingen, dass ihr blasskörniger Inhalt ein Continuum bildet. Vielleicht aber ist die Verbindung nur eine äusserliche, hervorgebracht durch bindegewebige Verbindungsbrücken, wie letzteres wenigstens bei analogen Drüsen von Hymenopteren zweifellos der Fall ist.

Von der hinteren im Thorax liegenden und bis zum Abdomen hinabreichenden Drüse, welche jederseits die Form

eines langen einfachen Canals hat, will ich nur erwähnen, dass die Intima im eigentlichen Drüsenschlauch so zart ist, dass man sie fast läugnen könnte, erst im Ausführungsgang wird sie stark, hornig und bekommt eine Sculptur, die zuerst aus ziemlich weit abstehenden Gruppen von kurzen Querstreifen besteht, nach und nach treten diese näher zusammen und die Intima erhält dadurch ein mehr continuirlich quergeringeltes Ansehen.

Später zergliederte ich die grosse Viehbremse (*Tabanus bovinus*), welche im Rüssel ebenfalls die unpaarige Speicheldrüse besitzt. Letztere (Fig. 26) weicht von jener der *Musca vomitoria* dadurch ab, dass der blasige Körper (b) in den Einzelzellen viel grösser als bei der Schmeissfliege ist, indem er den Kern der Zelle (a) um das Doppelte an Umfang übertrifft. Die Wand der gedachten Blase, aus der abermals das Ausführungsrohr (c) entspringt, ist dick und körnig, aber nicht chitinisirt. Die aus den einzelligen Drüsen führenden Canäle scheinen sich nicht zu verbinden, sondern jeder für sich zur Mündungsstelle zu gehen. — Die hintere Speicheldrüse besteht aus zwei langen, durch den Thorax bis zum Abdomen sich erstreckenden Blindschläuchen, in denen nur im Ausführungsgang eine quergefältelte Intima zugegen ist, während sie in dem vom Ausführungsgang deutlich abgesetzten Drüsenschlauch so gut wie mangelt.

Die Speicheldrüsen der Orthopteren hat zuerst Dufour von vielen Gattungen als traubenförmige Haufen von Drüsenbälgen, welche im Thorax liegen, erkannt, und schön abgebildet, auch die Beobachtung gemacht, dass am Ausführungsgang noch ein langgestielter Speichel-Behälter sitzt: H. Meckel wies dann das nähere Verhältniss nach, in welchem die Wurzeln des Ausführungsganges zu den Follikeln stehen, indem er von der Grille (*Gryllus campestris*) zeigte, dass in die von Zellen erfüllten Drüsenläppchen hinein die Gänge „bis zu unmessbarer Feinheit sich verzweigen, dem Anschein nach so, dass fast zu jeder Zelle ein Aestchen tritt.“ Ich selbst untersuchte *Locusta viridissima*, bei der die Drüsenacini gelappt sind; der Ausführungsgang beginnt

im Acinus mit einem verzweigten Wurzelwerk, von dem man annehmen darf, dass die feinsten Würzelchen die Ausführungscanälchen der hellen, mit grossem Kern versehenen Secretionszellen sind. Die spiralige Zeichnung des Ausführungsganges tritt schon bald auf, bleibt aber, selbst in den dickeren Aesten, etwas blass, und die Spiraltouren stehen weit auseinander. Am Stiel des Speichelbehälters sind die Querringe der Intima ebenfalls hell und breit, während im eigentlichen Behälter die Ringe in netzartige Erhöhungen sich verlaufen. Um die Intima des Behälters herum lagern sich ziemlich platte, klare Zellen in einfacher Schicht. — Bei der Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris*) ist die Speicheldrüse und ihr anhängender Behälter im Wesentlichen wie bei *Locusta* gebaut: die Follikel sind gelappt, die Zellen derselben etwas dunkelkörniger, der Ausführungsgang im Inneren des Follikels verästigt, und zwischen den Follikeln spannen sich bindegewebige Brücken hin. Die äussere Haut des gemeinsamen Ausführungsganges enthielt viele Fetttropfen, so dass diese Hülle wie echter Fettkörper sich ausnahm. Im Speichelbehälter ging auch hier die querringige Sculptur der Intima in dicht gefältelte Erhöhungen über.

5. Zum Geschlechtsapparat der Weibchen.

Von dieser Organgruppe sind es namentlich die Samentasche und die Anhangsdrüse weiblicher Insecten gewesen, welche einer erneuten Besichtigung unterzogen wurden. Obschon bezüglich der Käfer das Hauptsächlichste im Bau dieser Organe bereits durch Stein und früher durch v. Siebold[1]) bekannt geworden ist, und auch meine Zergliederungen sich nur auf einige wenige Arten beschränken, so will ich doch einiges darüber anzuführen nicht unterlassen.

Die Intima der Samentasche (Receptaculum seminis) hat häufig eine ziemliche Dicke, und eine dunkele, mehr oder weniger braune Färbung. Die genannten Beobachter nennen

1) Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Thiere in Müll. Arch. 1837.

die fragliche Membran Epithelialhaut, und Stein insbesondere leitet die polygonale oder rautige Sculptur von einer Zusammensetzung aus Zellen ab, eine Annahme, die gegenwärtig kaum mehr vertheidigt werden dürfte. Die Sculptur kann ganz fehlen oder wenn vorhanden, kann sie einen ziemlich mannichfaltigen Charakter darbieten. Nach aussen von der Intima kommt ein „umgebender weicher Hof", der aus Zellen mit granulärem Inhalt besteht. Seltener gesellen sich noch Muskeln hinzu. Die Structur der Anhangsdrüse hat Stein ebenfalls bei Käfern richtig erkannt, indem er zeigt, dass der im Aeusseren sehr verschieden geformte Follikel aus einzelligen, von gemeinsamer Tunica propria umschlossenen Drüsen sich zusammensetzt. Auch mit Rücksicht auf die Familie der Elateriden, von denen Stein „mit Bestimmtheit behaupten kann", dass sie in ihrer Anhangsdrüse keine feinen Drüsencanälchen besitzen, wird sich aus dem Nachstehenden ergeben, dass genannte Käfer nur scheinbar eine Ausnahme machen. Ich lasse jetzt die auf specielle Fälle sich beziehenden Notizen folgen.

Die Samentasche von *Brachinus crepitans* ist lang und schmal, die Intima von rautiger Zeichnung. Die Anhangsdrüse ist gleichfalls länglich und schmal, doch kürzer als die Samentasche.

Bei *Silpha obscura* hat die Samencapsel eine blasige Form, die zwar starke, aber nicht gefärbte Intima springt nach innen regelmässig in Querfalten vor, wie solches auch auf der Stein'schen Abbildung (a. a. O. Tab. III, Fig. XVI) angedeutet erscheint und nach demselben Forscher auch noch bei vielen anderen Käfern (*Notiophilus*, *Philanthus*, *Anthrenus* z. B.) vorkommt. Unter der Intima folgt die Schicht von Cylinderzellen, und zu äusserst eine zarte Begrenzungshaut (T. propria). — Die Anhangsdrüse stellt einen ansehnlichen Schlauch dar, der mit verengtem Gang und mit stark vorspringender Papille in das untere Ende des Receptaculum seminis einmündet. Der Drüsenschlauch hat ein geräumiges, von längsfaltiger Intima ausgekleidetes Lumen, in das die geschlängelten feinen Röhrchen führen, welche in der dicken Zellen-

lage warzeln. Im eigentlichen Ausführungsgang der Drüse ist die Zellenschicht um vieles dünner als am Follikel, und es fehlen auch da die Canälchen der Zellen.

Die Gattung *Hister* ist, wie Stein fand, durch das Vorhandensein mehrerer, kurz taschenförmiger Samenbehälter ausgezeichnet, sowie dadurch, dass bei *Hister sinuatus* die „Epithelialhaut" in „Stachelzähnchen" ausgeht. Ich habe im Hinblick auf den Bau der Anhangsdrüse bemerkt, dass die Röhrchen, welche aus den Zellen zur Lichtung des Follikels führen, jedes innerhalb der Zelle mit einem wohl entwickelten ovalen Knöpfchen beginnt.

Trichodes apiarius hat eine sehr lange Anhangsdrüse; an die dicht längsgefältete Intima derselben treten feine geschlängelte Röhrchen. Der Ausführungsgang der Drüse ist nach Stein musculös, worauf ich leider nicht geachtet habe.

Bei *Hoplia squamosa* sehe ich die Samentasche von gekrümmt birnförmiger Gestalt, die Intima ist gelbbraun und von rautiger Zeichnung, welch' letztere zumal innerhalb des Ausführungsganges sehr scharf wird. Die nach aussen von der Intima folgende Zellenlage besitzt einen körnig-dunklen Inhalt. — Vom feineren Bau der Anhangsdrüse ist zu bemerken, dass die aus den Secretzellen beginnenden geschlängelten Canälchen noch in der Zelle einen cylindrisch verdickten Anfangstheil zeigen, so dass das ganze Canälchen in seinem Umriss an manche Formen von Zoospermien gemahnt.

Die Anhangsdrüse von *Cyaniris cyanea* ist birnförmig, die Intima faltig, die feinen Canälchen von gewöhnlicher Art. Die Samentasche ist lang, schmal, gekrümmt, braun, der Samengang hat eine auffallende Länge und ist zusammengeknäuelt, die Intima desselben bedeutend dick.

Bei *Coccinella septempunctata* sind die Zellen der Anhangsdrüse im frischen Zustande sehr dunkel, hellt man sie auf, so gewahrt man, dass jedes Röhrchen der Zellen ein birnförmiges Endknöpfchen hat.

Der Intimaschlauch der Anhangsdrüse von *Gyrinus natator* bildet nach dem Ausführungsgang hin eine beträchtliche

Erweiterung, worauf er sich wieder verengt. Anstatt einer Samentasche dient ein Canal, der zu einer Art Glomerulus zusammengewunden, eine besondere von einer Abtheilung des Fettkörpers gebildete Hülle besitzt.

Bei *Leptura* hat die Samentasche eine länglich-birnförmige Gestalt mit hackenartig gekrümmter Spitze. Die Intima ist braungelb, und durch feine Höckerchen dicht punctirt. Die Anhangsdrüse mündet mit verengtem Gang in den Rücken der Samentasche ein, nachdem zuvor der Schlauch der Intima in der Anhangsdrüse eine beträchtliche Erweiterung erzeugt hatte. Die Röhrchen der Secretzellen beginnen in der Zelle mit einem rundlichen Knöpfchen. (Vergl. Fig. 31.)

Liophloeus nubilus zeigt wieder einige Besonderheiten im Bau der Anhangsdrüse. Diese hat ein fast lappiges Ansehen, da immer eine Anzahl von Secretionszellen (a) durch eine umschliessende Tunica propria eine gewisse folliculäre Selbständigkeit erlangt. Der Kern der Zellen ist grösser, als es gewöhnlich in der Anhangsdrüse (der Käfer) der Fall ist. Die ausführenden Röhrchen der Zellen (b) beginnen mit einem verdickten Körperchen, das nach hinten spitz ausgeht, und sich nach vorne vom Röhrchen selbst durch einen Absatz etwas abschnürt. — Die Samentasche hat eine gehörnte Form, und erhebt sich da, wo der Gang der Anhangsdrüse einmündet, in einen Höcker. Ihre Intima ist braun, und die Sculptur derselben besteht aus bogigen Strichen, die unter sich von Stelle zu Stelle zusammenlaufen, so dass man auch von einer querziehenden, langzelligen Zeichnung sprechen könnte. (Diese Sculptur ist ganz ähnlich jener, welche die Haut der *Daphnia sima* auszeichnet.)

Was endlich die Gattung *Elater* betrifft, so spricht ihr Stein den Besitz von Röhrchen, wie sie sonst überall bei Käfern aus den Zellen der Anhangsdrüse herausleiten, ab. Ich kann solches nicht ganz zugeben, da ich wahrnehme, dass in der verästelten Anhangsdrüse des *Agrypnus murinus*, sobald sie mit Kalilauge behandelt worden, die feinen Ausführungsröhrchen keineswegs mangeln; aber allerdings unterscheiden sie sich von denen aller anderen von mir unter-

suchten Käfer dadurch, dass sie viel kürzer und auch blasser sind, als jene der übrigen Coleopteren. — Dass bei den Elateriden die Ausführungsgänge einzelliger Drüsen überhaupt von grosser Feinheit sind, ersieht man auch an dem accessorischen Drüsenpaar, welches „jederseits neben der Scheide bei ihrem Uebergange in das Scheidenmastdarmrohr eingefügt ist", und bei Stein auf Taf. V, Fig. VIII h abgebildet wird. Ich finde, dass in diesen kurzen, fast nierenförmigen Drüsensäcken die Intima beträchtlich dick ist, und eine faltigwabige Innenfläche hat. Aus der dicken Zellenlage kommen zahlreiche Röhrchen in das Lumen des Drüsencanals, aber obschon sie viel länger sind als die gleichen Bildungen der Anhangsdrüse, so sind sie doch ungefähr ebenso zart, wie diese.

In gar manchen Punkten von den Coleopteren verschieden erblicken wir die Structur der Samentaschen und der Anhangsdrüsen („Kittdrüsen") der Dipteren[1]). Ich lege folgende Species vor.

Musca domestica. Die drei gestielten Samentaschen (Fig. 27) fallen durch die dunkle Farbe ihrer Intima (c) leicht in die Augen. Die Gestalt des von der gefärbten Intima umschlossenen Raumes ist länglich-birnförmig, und entspricht durchaus nicht dem von der Zellenlage (a) eingehaltenen Umriss der ganzen Samentasche; da nämlich die Zellen um den grösseren Theil der Intima herum nur eine platte dünne Lage bilden, und erst in der Gegend des beginnenden Ausführungsganges einen dicken, dunkelkörnigen Wulst erzeugen, so gewinnt die Samentasche im Ganzen ungefähr die Gestalt einer Eichel[2]). Hat man Kalilauge einwirken lassen, wodurch die Zellen zerstört wurden, so erscheinen in der Ge-

---

1) Ich glaube bemerken zu müssen, dass mir von der hierher gehörigen Literatur nur der citirte Aufsatz von v. Siebold zugänglich ist.

2) Die Abbildung, welche Stein (Icones zoot. von Carus Taf. XVI, Fig. 12) von den gleichen Organen giebt, ist insofern nicht genau, als dort der helle Hof der Samentasche in gleichmässiger Dicke um die Samencapsel herumgeführt erscheint.

gend, wo die dicke Zellenlage war, hübsche, geradverlaufende Röhrchen (b), welche mit trichterartig erweiterter Mündung aus den Zellen zur Intima führen. Wo die Zellenlage dünn ist, mangeln diese Canäle. Von Muskeln der Samentaschen sah ich nichts, ebenso wenig an den Samengängen. — Die „Kittdrüsen" (Anhangsdrüsen) stellen zwei ziemlich lange Schläuche dar, welche schmäler als die Malpighi'schen Gefässe sind, dabei von ganz hellem Aussehen, sich aber im Wasser bald trüben. An die Spitze jedes Drüsenschlauches setzen sich quergestreifte Muskeln an. Die Schläuche (Fig. 28) haben eine deutliche Intima, die im Ausführungsgang eine spiralige Sculptur aufweist; und was die Secretionszellen angeht, so sieht man an der ganz frischen Drüse, dass in jeder Zelle ausser einem blassen Fleck, der sich bald als Nucleus ankündigt, noch eine ähnliche Blase zugegen ist, wie in den Speichelzellen des Rüssels, nur ist die Blase entsprechend der Grösse der Zellen kleiner als dort. Aus der Blase kommt ein sehr kurzes Rohr zur Intima des Drüsenschlauches.

Musca vomitoria. Hier ist die ebenfalls dunkle Intimacapsel der Samentasche ringsum gleichmässig von Zellen umgeben, und letztere springen einzeln mit ihren gewölbten Flächen vor. In jeder Zelle findet sich auch mit dem Kern eine analoge, dickwandige aber weiche Blase, wie in den Speichelzellen, aber die aus den Blasen hervorgehenden Röhrchen scheinen sehr zarter Natur zu sein, da ich sie nicht mit Sicherheit erblickt habe, sondern ihre Anwesenheit nur deshalb annehme, weil die Blase in den Zellen da ist, und die Intimacapsel, nachdem man sie durch starken Druck zersprengt hat, zerstreute helle Flecken zeigt, die wohl der Einmündung der angenommenen Ausführungsröhrchen entsprechen mögen. An der durch Druck ausgebreiteten Capsel der Intima sieht man ferner, dass sie Ringstreifen besitzt. — Die Kittdrüsen haben den gleichen Habitus, wie die bei *Musca domestica*, münden neben den Samentaschen aus, sind eben so hell, nur sind die Zellen grösser und die Schläuche im Ganzen breiter als bei der Stubenfliege. Nucleus, Blase und

Ausführungsröhrchen verhalten sich wie bei letzterer. Mehrmals traf ich Individuen, welche in allen Secretionszellen Häufchen von hellen Crystallen enthielten, die in Kalilauge rasch einschmolzen.

Tachina fera. Die Samentaschen, in der Dreizahl vorhanden, bestehen wieder ihrer Form nach aus einem verhältnissmässig kurzen Stiel (Ductus seminalis) und der eigentlichen Capsel. Die Intima derselben, braun von Farbe, hat manches besondere; ihr Ende erscheint wie quer abgeschnitten, und buchtet sich nach innen vor, ganz ähnlich dem Boden einer Weinflasche, dann ziehen über die äussere Fläche der Intimacapsel tiefbraune, annähernd spiralig gezogene Streifen, von denen eine weitere Untersuchung darthut, dass sie von Furchen der Oberfläche herrühren. Die Zellenschicht, welche nach aussen folgt, erinnert insofern an die der gleichen Stelle von *Musca domestica*, als auch hier ihre Elemente erst nach dem beginnenden Ausführungsgang hin länger (cylindrisch) werden, während sie am übrigen Umfang durch eine mehr platte Gestalt eine nur dünne zellige Zone um die Intima herumführen. Eine besondere Tunica propria grenzt wie immer den zelligen Hof nach aussen ab. An das freie Ende der Samentasche, da wo die Einbuchtung der Intima gesehen wird, treten einige Nerven mit eingelagerten Ganglienkugeln, bei welcher Gelegenheit ich anführen möchte, dass auch bei anderen Insecten dieses Organ constant seine eigenen Nerven erhält. Der Samengang beginnt mit einer Verdickung, welche sich gegen den verdünnten Hals der braunen Capsel scharf abhebt. Nach der ersten Besichtigung scheinen die Röhrchen der Zellen zu fehlen. Zerdrückt man indessen die braune mit Kalilauge behandelte Capsel, so bemerkt man sehr feine, blasse Röhrchen, welche mit einem ebenso farblosen rundlich ovalen Knopf aufhören. Ganz von derselben Grösse, Form und Blässe sind auch die Gänge, welche in den Kitt- oder Anhangs-Drüsen die Zellen mit der Intima verbinden.

Tipula oleracea. Eine hübsche Abbildung des Apparates

die musculöse Natur dieser Schicht nachzuweisen. Man sieht jetzt die Querstreifen, von denen im frischen Zustande keine Spur zum Vorschein kommen wollte. — Auch die Structur der „Kittdrüsen“ weicht sehr ab. Es sind zwei Schläuche von beträchtlicher Weite, an denen die Secretionsfläche noch dadurch vergrössert ist, dass die Wand des Schlauches in Längsfalten nach einwärts sich stülpt, dann ist der Schlauch nicht bloss von Tracheen umsponnen, sondern auch von einem Netz quergestreifter Muskeln. Die Secretionszellen sind hell, und von Ausführungsröhrchen derselben habe ich nichts bemerkt.

Aus der Ordnung der Hymenopteren wurden Samentasche und Anhangsdrüse von der Biene, der Wespe, Horniss und der Hummel näher besehen.

Ein Arbeiterindividuum von *Bombus lapidarius*, dessen Eierstock jederseits aus drei von Tracheen dicht umsponnenen Röhren bestand, und im gemeinsamen Eiergang eine feinhaarige Intima besass, zeigte eine wohlausgebildete wenn auch kleine Samentasche. Sie war rundlich von Gestalt, ihre Tunica propria trug eine geringe Tracheenverzweigung, zwischen der Tunica propria und der Tunica intima lagerte eine Zone körniger Zellen. Die Intima selbst war dick und farblos. Ob Muskeln auf oder innerhalb der Tunica propria zugegen seien, ist mir unklar geblieben, doch schienen sie mir eher zu fehlen. Die Anhangsdrüse, welche in den Stiel der Samentasche mündet, besteht aus einem paarigen, zwar kurzen, aber ziemlich breiten Schlauch, dessen chitinisirte Intima einen schmalen Schlauch bildet, in welchen aus den Secretionszellen lange feine Canälchen leiten.

Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei der Wespe (*Vespa tectorum*). Auch hier findet man jederseits drei Eiröhren; der gemeinsame Eiergang hat eine schuppig-haarige Sculptur, und was Samentasche und Anhangsdrüse betrifft, so stimmten sie im Wesentlichen mit den gleichen Bildungen der Hummel überein, und sind nur, gewissermassen in Harmonie mit der äusseren mehr schlankeren Gestalt der Wespen gegenüber der gedrungeneren Figur der Hummeln, ebenfalls gestreckter; wenigstens gilt dies vom Ausführungsgang der

Samentasche und der Anhangsdrüse, welche beide länger sind, als bei der Hummel. Am frischen Receptaculum seminis erscheint die Tunica propria s. externa von heller, faltiger Beschaffenheit, und ist nur von wenigen Tracheen durchzogen, dann folgt wieder die Zellenschicht, und zuletzt die farblose Intima. Die Muskeln, welche nach Leuckart[1]) die Samentasche mit einem ziemlich weitmaschigen Netzwerk umspinnen, habe ich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit gesehen, bin aber in Anbetracht dessen, was man hierüber bei der Horniss findet, eher geneigt, sie anzunehmen, als zu bezweifeln. — Die Intima der Anhangsdrüse erhebt sich nach aussen in kleine Höcker zur Aufnahme der büschelförmig geordneten Röhrchen der Secretionszellen.

Die Horniss (Arbeiter) besitzt jederseits ungefähr sechs Eiröhren, und die beiden Eileiter zeigen vor ihrem Zusammentritt zum gemeinsamen Eiergang eine, bekanntlich auch sonst häufig vorkommende, Erweiterung. Die Samentasche hat eine ovale Gestalt, und einen nicht eben langen Samengang. Im frischen Zustande des Apparates konnte ich mich kaum vergewissern, ob die Samentasche eine Musculatur besitze, aber nachdem das Präparat einen Tag lang in Kali bichrom. gelegen hatte, und darauf der Einwirkung von kaustischem Kali ausgesetzt wurde, liess sich mit Sicherheit eine die Samentasche vollständig umhüllende Musculatur erkennen (Fig. 33 a). Es sind Ringmuskeln, welche aufhören, wo der Ductus seminalis beginnt, was mit aller Schärfe zu sehen war, ebenso wie das Einsenken des nicht musculösen Ganges zwischen die Muskelzüge der Wand des gemeinsamen Eierganges (e). Die Muskeln der Samentasche liegen auf der Tunica propria, oder richtiger gesagt, innerhalb der äusseren weichen Schicht, welche auch die Tracheen trägt. Unterhalb der Tunica propria folgen die cylindrischen gekörnelten Zellen (b), dann zu innerst die Intima (c), Falten bildend, welche gegen das Ende des Samenganges sich zu kleinwabigen Figuren verbinden. — Die gegabelte Anhangsdrüse (d) mündet

1) „Zur Kenntniss des Generationswechsels."

etwas unterhalb der Spitze der Samentasche in diese ein, und hat denselben Bau, wie er von den vorhergehenden Hautflüglern erwähnt wurde.

Manche Eigenthümlichkeiten bietet die Samentasche der Bienenkönigin dar. Ehe ich dieselbe beschreibe, sei auch daran erinnert, dass am Eierstock hier die Zahl der Eiröhren überwiegend grösser ist, als bei den anderen Hymenopteren. Swammerdam versuchte die Röhren zu zählen, und schätzt sie auf dreihundert. Leuckart, welcher Gelegenheit hatte, viele Weisel zu zergliedern, nimmt etwa 150 bis 180 jederseits an, nur bei einer „Miniaturkönigin", waren es ungefähr 100 auf jeder Seite. Die Tunica propria der Eierstocksröhren zeigt sich deutlich in zwei Schichten gesondert, in eine innere scharfgezogene Linie oder eigentliche T. propria, und in eine äussere zartgerandete Linie, welche die Trägerin einer ausserordentlich grossen Menge von Tracheen ist, welch letzteren Punkt auch bereits Swammerdam hervorhebt. Was nun die Samentasche mit der gegabelten Anhangsdrüse betrifft, so hat beide unser holländischer Anatom gut abgebildet. Die Samentasche ist von ziemlichem Umfang, und macht sich, wenn mit Samen gefüllt, schon für das freie Auge als weissliche gestielte Kugel leicht bemerklich. Nehmen wir Rücksicht auf den feineren Bau, so muss ich besonders betonen, dass mir bis jetzt kein zweites Insectenweibchen bekannt ist, bei welchem die äussere Haut der Samentasche von einem derartig reichlichen und zierlichen Trachealnetz durchwirkt wäre, wie hier (Fig. 32a), und, was ebenfalls eigen ist, das Netz besteht nicht etwa aus feinen oder capillaren Tracheen (wie das bei anderen Insecten gesehen wird), sondern aus verhältnissmässig starken Röhren. Auch diese Tracheenhülle hat Swammerdam wohl bemerkt und die Art, wie er auf seiner Abbildung (a. a. O. Taf. XIX, Fig. III f) die Oberfläche der Samentasche (bei ihm „Leimbeutelgen") wiedergiebt, bezieht sich offenbar auf die besagte Tracheenüberkleidung. Im Text heisst es: „Der runde Theil des Leimbeutelgens hat zwei Hüllen. Die äussere ist weisslich und musculös, und mit einer unzähl-

baren Menge Luftröhren wunderbarlich und sehr artig verwebt und künstlich damit gleichsam verbrämt. Dieser äussere Rock lässt sich mit wenig Mühe von dem inneren herunterstreifen." Es passt diese Beschreibung durchaus, nur damit kann ich mich nicht einverstanden erklären, dass die Wandung der Samentasche musculös wäre, trotzdem dass noch neuerdings ein ausgezeichneter Zoologe [1]) diese Angabe wiederholt; ich wenigstens vermochte bisher nicht eine Spur von Muskeln in der Wand der Samentasche aufzufinden und stelle sie für diesen Theil entschieden in Abrede. Auf die Tracheenhaut folgt nach innen die Zellenschicht (Fig. 32b), aus rundlich-platten, nicht cylindrischen Elementen bestehend. Von der Intima (c) des Receptaculum seminis habe ich zu bemerken, dass sie farblos ist und eine feine Punktirung darbietet, die, was eine nähere Betrachtung darthut, von einer der Innenfläche angehörigen Körnelung herrührt. Im Stiel der Samentasche hat die stärker chitinisirte Intima kräftige, unter einander nicht zusammenhängende Querstreifen. — Die gegabelte Anhangsdrüse (d) („krummgebogene Hörngen" bei Swammerdam, Fig. III u, u) zeigt uns wieder wie bei der Hummel, Horniss und Wespe einen der Giftdrüse analogen Bau. Die zwei Schläuche haben nämlich eine Tunica propria, welche die Zellen umschliesst, und eine Intima, zu der die in Büscheln aus den Zellen kommenden Röhrchen treten, wobei auch die Intima sich für jeden solchen Büschel besonders aussackt. Die Einzelröhren der Zellen sind relativ sehr stark, und entschieden dicker als die entsprechenden

1) Leuckart in der Bienenzeitung, 1855. S. 203 sagt: Die Wandungen der Samentasche „auch bei der Bienenkönigin haben eine deutlich musculöse Beschaffenheit", und in seiner neuesten Schrift „zur Kenntniss des Generationswechsels, 1858" wird von diesen Muskeln angegeben, dass sie „sehr zart und blass sind" und leicht übersehen werden können, „weil sie zwischen den Tracheen des Luftgefässnetzes, dem sie aufliegen, sich leicht verstecken". Auch der Samengang habe einen solchen Muskel, der aus Ringfasern bestehe, an der Insertionsstelle der Anhangsdrüsen beginne, und bei der Biene fast bis in die Mitte des Samenganges sich verfolgen lasse.

Canälchen in den Giftdrüsen, weshalb man auch (nach Anwendung von Kalilauge) bestimmen kann, dass jedes Röhrchen innerhalb der Zelle, hinter seinem dunkelgerandeten Theil, noch eine blasse, geschlängelte Fortsetzung besitzt.

Die Arbeitsbienen sind bekanntlich Weibchen mit verkümmertem Geschlechtsapparat, und wie das ja auch bei der übrigen Thierwelt an Organen, welche in der Rückbildung begriffen sind, beobachtet wird, es werden die rudimentären Fortpflanzungswerkzeuge nach den Individuen in ziemlich verschiedenen Zuständen angetroffen. So wechselt, was auch Leuckart bemerkt, die Zahl der Eiröhren bei der Arbeitsbiene nach den Einzelthieren sehr ab, an den von mir zergliederten Arbeitern waren 12 Eiröhren jederseits das meiste, und 3 die niedrigste Anzahl. Leuckart fand auch Thiere mit nur 2 Eiröhren. Sie sind dicht von Tracheen umsponnen, und enthielten in der Regel kleine blasse, indifferente Zellen, nur einigemale stiess ich auf Röhren mit Eikeimen, welche dann leichte Anschwellungen der Röhren bedingten, und in Uebereinstimmung mit den Angaben des genannten Forschers waren es nur einzelne Röhren des Ovariums, welche solche Eikeime enthielten. Der gemeinsame Eiergang oder die Scheide ist an der Intima mit feinen kurzen Stacheln besetzt.

Die zuerst durch v. Siebold an der Arbeitsbiene nachgewiesene und jüngst von Leuckart näher beschriebene und abgebildete Samentasche ändert ebenfalls nicht wenig ab, und ihre stärkere oder geringere Rückbildung steht in geradem Verhältniss mit dem Verhalten des Eierstockes. Ist letzterer in nur wenigen schwachen Röhren vorhanden, so ist auch das Receptaculum seminis sehr klein und verkümmert. Es liegt dieses Organ in der Nähe des letzten Ganglions vom Bauchmark, und hat im Allgemeinen eine keulenförmige Gestalt (vergl. Fig. 34). Nach Aufhellung durch Kalilauge unterscheidet man deutlich eine verhältnissmässig dicke Intima und, in der dem Ductus seminalis entsprechenden Partie und nach innen von der Intima, gelbliche Körner; nach aussen von gedachter Membran folgt die Schicht der

cylindrischen Zellen. Die Ringmuskeln, welche Leuckart[1]) um die Zellenlage herumzeichnet, und auch im Texte erwähnt, habe ich nicht gesehen. Die äussere Hülle (Tunica propria) ist nur von wenig Tracheen durchzogen. Die Intima des Ductus seminalis erweitert sich nach oben zu einer schwachen kolbigen Anschwellung mit strahligem Rand, und v. Siebold hält diesen Theil für die zusammengefallene Samentasche, welcher Auffassung ich ebenfalls zustimmen möchte, Leuckart hingegen sieht darin nur das Ende des Samenganges, und erblickt in einem „sehr unbedeutenden kegelförmigen Anhang" das eigentliche Receptaculum. Meine Beobachtungen stehen nicht ganz im Einklang mit dieser Deutung. In den mir vorgelegenen Präparaten war nämlich nie „der kegelförmige Anhang" ein von der Einmündungsröhre der Anhangsdrüse verschiedenes Gebilde, wie solches nach Zeichnung und Beschreibung Leuckart's der Fall ist, vielmehr erschien immer dieser horngelb aussehende Körper als das eigentliche Ende des Ausführungsganges der Anhangsdrüse. Man gewahrte an ihm ein helles Lumen in Communication mit dem Lumen des Drüsenganges, und die dicke tiefbraune Wand konnte als die Fortsetzung des ebenfalls verdickten Intimarohres der Anhangsdrüsen betrachtet werden. Was nun die letzteren betrifft, so können sie dergestalt verkleinert sein, dass man von einem fast völligen Schwund sprechen möchte. Gewöhnlich ist nur die eine Drüse noch einigermassen entwickelt und in Zusammenhang mit dem braunen Anhang, wobei man auch bei näherer Besichtigung ferner bemerkt, dass die sonst so zahlreichen feinen Röhrchen, welche aus den Secretzellen herausführen, hier auf einige wenige reducirt sind. Die andere Drüsenhälfte ist nur spurweise zugegen, und das zusammengeschobene Intimarohr ohne Zusammenhang mit der Samentasche. (Vergl. Fig. 34.) Auch Leuckart sah solche Fälle: „nicht selten sucht man bei den Arbeitsbienen vergeblich nach einem Zusammenhang

---

1) a. a. O. S. 96, Fig. 16.

zwischen den Ausführungsgängen der Anhangsdrüsen und dem Ductus seminalis".

Ueber den feineren Bau der „Kittdrüse" der Arbeitsbiene („Schmierdrüse" bei Leuckart) hat noch Niemand sich ausgesprochen, wesshalb auch hier davon Einiges stehen soll.

Die Drüse ist ein unpaarer, in das unterste Ende der Scheide einmündender Schlauch, der im frischen Zustande stets etwas dunkel aussah. Kalilauge bewirkt wieder, dass man die Form, welche der Intimaschlauch bildet, sehen kann. Sie ist sehr eigenthümlich. Auf den ersten Blick scheint es, als ob eine Anzahl geschlossener Blasen oder platter Säcke übereinander lägen, erst wenn diese etwas auseinander gerückt sind, kommt zwischen je zwei Blasen ein verhältnissmässig enger Verbindungs-Canal zum Vorschein, und man erhält, indem man die Bilder zusammenfasst, zuletzt die Vorstellung, dass der Schlauch der Intima in Spiraltouren in den Drüsenfollikel aufsteige, wobei er in regelmässigen Abständen sich blasig erweitert und dazwischen zu einem Canal sich verengt. Auch zeigt die Intima noch das Bemerkenswerthe, dass sie von ähnlichen, zerstreut stehenden grösseren Löchern durchbrochen ist, wie die Innenhaut der einen im Kopfe gelegenen Speicheldrüsen. Beim Weisel ist die Drüse um vieles stärker und durchweg entwickelter, die Taschen sehr buchtig, und aussen an der T. propria verlaufen einzelne quergestreifte Muskeln.

Von der Ordnung der Orthopteren sah ich mir *Locusta viridissima* und *Gomphocerus grossus* bezüglich ihres Receptaculum an.

Bei *Locusta viridissima* ist die Samentasche ein sehr ansehnliches Gebilde, und fällt nicht bloss dadurch, sondern auch durch ihre weisse Farbe am frisch geöffneten Thier leicht in die Augen. Die weisse Farbe rührt nicht etwa von dem Inhalt der Samentasche her, oder von der Beschaffenheit der Intima, sondern die unter der Intima liegende Zellenschicht ist es, welche diese Farbe bedingt, indem die (cylinderförmigen) Zellen einen dunkelkörnigen, bei auffallendem

Licht weissen Inhalt haben. Von der Intima der Samentasche gehen nach ihrem ganzen Umfang abermals Röhrchen zu den eben besagten Zellen, wie nach Kalilauge klar wird; sie sind schwach gekrümmt, laufen spitz zu, sind aber regelmässig ein bis zweimal eingeschnürt. Im Ductus seminalis erscheint die Intima bedeutend verdickt, und die aus der Zellenlage zu ihr führenden chitinisirten Röhrchen sind äusserst zahlreich, und besetzen auf's Dichteste ringsum die Intima; sie unterscheiden sich ferner von denen der Samentasche dadurch, dass sie um vieles länger sind, übrigens die Form einfacher, geschlängelter Röhrchen haben. Nach aussen von der Zellenlage beobachtet man an der Samentasche und am Samengang eine aus quergestreiften Elementen bestehende Muskelschicht, und zwar hat dieselbe eine beträchtliche Dicke im oberen Theile des Samenganges; sie verschmächtigt sich im unteren der Scheide zugekehrten Abschnitt, und auch an der Samentasche, die übrigens vollständig von dem musculösen Stratum übersponnen wird, ist die Schicht durchweg dünner, als am Samengang.

Wegen ihrer Grösse ist die Samentasche der *Locusta* von älteren und neueren Entomotomen vielleicht mehr als jene anderer Insecten untersucht worden, doch beschränkte man sich auf die Angaben über Farbe und Form der Tasche und des Ganges. Auch v. Siebold, welcher über den Inhalt des Receptaculum bei befruchteten Weibchen so interessante Beobachtungen veröffentlicht hat[1]), sagt über den Bau des Apparates nichts weiteres, als dass die Wandung der Samenkapsel, nicht wie sonst bei vielen Insecten eine hornige Beschaffenheit besitze, sondern weich, dehnbar sei und von sich kreuzenden Fäden durchzogen, womit wohl die vorhin erwähnten Muskelzüge gemeint sein mögen.

Ausser den bekannten zu federartigen Körpern vereinigten Zoospermien sah ich in der Samentasche noch eigen-

---

1) Amtlicher Bericht über die zwanzigste Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte. Mainz 1843 und Verhandlungen der Kais. Leopold.-Acad. d. Naturf. 1845.

thümliche Gebilde: es waren sehr blasse, platte Körper, wie krystallinische Platten, oder auch von Spitzweckform. Ich weiss aus denselben vor der Hand nichts zu machen, und zeige die Anwesenheit derselben einfach an. Man könnte daran denken, dass sie aus dem Secrete der männlichen Anhangsdrüse abstammen, besonders wenn man vergleicht, was von ähnlichen Gebilden aus den accessorischen Geschlechtsdrüsen des männlichen *Lamia textor* unten erwähnt wird.

Die accessorische Geschlechtsdrüse, ein unpaarer, weiter, heller Schlauch, schliesst sich in seiner histologischen Beschaffenheit, deren kein Schriftsteller bisher gedenkt, den übrigen Anhangsdrüsen an. Es ist eine Intima vorhanden, die nach aussen mit kurzen Röhrchen besetzt ist. Die Secretzellen selbst und die Tunica propria geben zu keinen weiteren Bemerkungen Anlass. Die Röhrchen der Zellen werden wie in den meisten Fällen erst durch Anwendung von Kalilauge sichtbar.

Gomphocerus grossus weicht schon in der äusseren Gestaltung des fraglichen Apparates von *Locusta viridissima* beträchtlich ab. Der lange, gewundene Ductus seminalis gabelt sich gegen sein Ende, wovon dann der eine Arm in das ovale Receptaculum ausgeht, während der andere sich zu einem geschlängelten das Receptaculum an Länge übertreffenden Blind-Canal gestaltet. Samengang, Samentasche und der Anhang haben eine sehr dicke Intima; an der unteren Partie zeigt die Innenfläche derselben deutliche Stacheln, welche sich nach aufwärts allmälig verlieren. An der Aussenfläche der Intima sitzen nach dem Verlauf des ganzen Apparates Röhrchen in zahlreichster Menge; sie sind da, wo die Innenfläche der Intima stachlig ist, am stärksten, indem man an jedem einzelnen Röhrchen das Lumen desselben unterscheiden kann. Je mehr sich der Ductus seminalis dem Receptaculum nähert, um so feiner werden sie, so dass sie an der Samentasche selber zu feinen gebogenen Strichelchen herabgesunken sind.

Von Hemipteren habe ich eine einzige Wanzenart untersucht, den *Syromastes marginatus*. An der frischen Samen-

tasche sieht man leicht, dass eine tiefdunkle Intima zugegen ist, welche von einer starken Zellenschicht umhüllt wird. Ein musculöser Ueberzug fehlt, die äusserste Grenze bildet eine zarte Tunica propria mit feinen Tracheen. Zugesetzte Kalilauge bringt nun wieder besondere Structurverhältnisse zur Anschauung, man sieht jetzt, dass die dicke dunkle Intimacapsel eine quere Einschnürung hat, und dass ferner von ihr in dichter Menge Röhrchen zu den Zellen gehen. Diese Ausführungsgänge der Zellen sind ziemlich lang, sehr fein und geschlängelt, und jedes Röhrchen endet (innerhalb einer Zelle) mit einem verbreiterten cylindrischen Körper, dessen Ränder dunkel und wellig sind; auch ist das eigentliche Ende meist knopfartig abgeschnürt. von Siebold, welcher eine grössere Anzahl von Wanzen auf das Receptaculum untersucht hat, bemerkt über *Syromastes marginatus* bloss: „Die hornige Samencapsel ist mit einer Anzahl kurzer, unregelmässig gekrümmter Fortsätze versehen“. Unter diesen „Fortsätzen“ kann wohl nichts anderes als die von der Zellenlage zur Intima tretenden Ausführungsröhrchen gemeint sein, so wie es auch scheint, als ob auf der v. Siebold'schen Fig. 4 (Receptaculum seminis von *Pachymerus marginepunctatus*) die in „dem durchsichtigen Hof“ von der Intima strahlig ausgehenden Linien, deren im Text keine Erwähnung geschieht, analoge Bildungen seien. Die Art und Weise wie bei *Syromastes marginatus* der Ductus seminalis aus der Capsula seminalis sich hervorbildet, ist ganz ähnlich wie bei *Cimex bidens* (vergl. Fig. 5 in der Abhandlung des eben genannten Forschers), indem die sehr dicke Intima einen anfänglich engen Canal bildet, dann eine Erweiterung formt mit innerem zapfenartigen Vorsprung da, wo das Lumen sich auszuweiten anfängt.

(Fortsetzung folgt.)

Von dem Einfluss der beiden Nervengattungen, welche die Farbenveränderung des Venenbluts der drüsigen Organe bedingen.

Von

Claude Bernard.[1])

In einer Mittheilung vom 25. Januar d. J.[2]) habe ich dargethan, dass das Venenblut der Drüsen und das der Muskeln eine ganz entgegengesetzte Färbung habe, wenn man sie während der Thätigkeit der betreffenden Organe betrachtet.

Geräth ein Muskel in Thätigkeit, so ist das ihn verlassende Blut sehr dunkel. Eine Drüse dagegen liefert, wenn sie thätig ist, und ihr Absonderungsproduct entleert, Venenblut von heller Farbe, die zuweilen mit der Farbe des Arterienblutes ganz übereinkommt. Daher wechselt die Farbe des Venenblutes bei Drüsen, welche intermittirend thätig sind, zwischen Hell und Dunkel, je nachdem die Drüse thätig ist oder ruht.

Nach Feststellung dieser Thatsachen setzte ich mir vor, die Aenderung in der Zusammensetzung des Blutes zu bestimmen, welche der verschiedenen Färbung entspräche, was mir, wie ich glaube, auch geglückt ist. Bevor ich jedoch auf die Experimente eingehe, welche sich auf die rein chemische Seite der Erscheinung beziehen, muss ich die Verhältnisse des Nervensystems auseinandersetzen, von welchen jene abhängen, um so mehr, da das Studium des Mechanismus, nach welchem die Nerven die chemischen Erscheinungen des lebendigen Organismus bewerkstelligen, mir vor Allem stets ein würdiger Gegenstand der physiologischen Forschung zu sein schien.

I. Ich wünsche heute darzuthun, dass die eigenthümlichen chemischen Bedingungen, welche das Venenblut der Drüsen bald hell, bald dunkel erscheinen lassen, von zwei Nerven

1) Aus den Comptes rendus etc. 9 Août 1858. t. XLVII. p. 245—253.
2) Comptes rendus etc. t. XLVI.

abhängen, welche verschiedene Ursprünge haben, und in gewissem Sinne einander antagonistisch entgegenwirken, d. h. mit anderen Worten, es giebt einen Drüsennerven, unter dessen Einwirkung das Venenblut hell erscheint, und einen anderen, dessen Einwirkung es dunkel erscheinen lässt. Ich werde nachweisen, dass jeder dieser Nerven, um chemisch auf das Blut zu wirken, die mechanischen Verhältnisse des Capillarstromlaufs in entgegengesetzter Weise verändert, dergestalt, dass sich eine nothwendige und leichtverständliche Beziehung ergiebt zwischen den chemischen Veränderungen des Blutes in den Geweben und den mechanischen Bedingungen des Capillarstromlaufs, welche unter dem unmittelbaren Einfluss der Nerven stehen.

Um die folgenden Thatsachen schärfer zu bestimmen, und das Studium derselben für diejenigen zu erleichtern, welche sie darstellen möchten, muss ich bemerken, dass alle Versuche, von denen die Rede sein wird, an der Gland. submax. des Hundes angestellt sind, welche vorzugsweise für diese Untersuchung sich eignet wegen des intermittirenden Verlaufs ihrer Secretion, in Folge dessen der Farbenwechsel ihres Venenblutes sehr schön und deutlich erscheint.

Der operative Eingriff zur Blosslegung der Nerven der Gl. subm. bedarf keiner Beschreibung, denn er ist nur eine anatomische Präparation am lebenden Thiere, die jeder Physiolog nach seiner Weise machen kann. Nur das will ich bemerken, dass dieser Versuch, der immerhin unter die feinen und mühsamen gehört, ausnehmend vereinfacht wird, wenn man, wie ich stets gethan habe, den M. digastr. vorher im Ganzen entfernt. Hat man dies genau gethan, und ohne die benachbarten Organe zu verletzen, so hat man eine hohle Wunde, in welcher die untere Fläche der Gl. subm. sowie die Gefässe und Nerven frei zu Tage liegen, und in welcher man dann sehr leicht experimentiren kann.

II. Der Nerv, welcher das Blut in der Vene der Gland. submax. hell erscheinen lässt, ist ein Zweig, der vom Ramus lingualis nervi quinti nach hinten abgeht. Aber er legt sich nur an den Quintus an, in Wahrheit stammt er vom Facialis, und wird hauptsächlich von der Chorda tympani gebildet. Wie dem auch sei, dieser Drüsenzweig wird leicht gefunden, da wo er den Lingualis verlässt, um sich in der Submaxillaris zu verästeln, indem er deren Ausführungsgang begleitet.

Wenn man nun die Drüse mit allen ihren Nerven im Zustand der Ruhe betrachtet, d. h. wenn Nichts durch ihren Ausführungsgang fliesst, kann man sich überzeugen, dass ihr Venenblut eine sehr deutlich dunkle Färbung hat. Wenn man dann den vorher bezeichneten Drüsennerven in Thätigkeit versetzt, sieht man das Venenblut, welches eben noch dunkel war, mehr und mehr hell werden, und bald so röthlich wie Arterienblut erscheinen, wenn der Nerv hinlänglich

stark erregt wird. Diese Thatsache ist constant, und man kann den Satz aufstellen, dass stets, wenn der N. tympanico-lingualis stark thätig ist, das Venenblut der Gland. submax. hell erscheint, während es dunkel wird, sobald jener Nerv nicht, oder doch nicht vorwiegend thätig ist.

Nichts ist leichter, als diesen Einfluss des N. tympanico-lingualis auf die Färbung des Venenbluts experimentell darzuthun. Man darf nur, nachdem die Drüsenvenen und der in Rede stehende Nerv blossgelegt sind, einen Geschmackseindruck auf die Zunge wirken lassen, indem man ein wenig Essig in den Mund tröpfelt, und man sieht das Blut in den Venen schnell hellroth werden, weil der auf die Zunge gemachte Geschmackseindruck zum Centralorgan fortgeleitet und reflectorisch durch die Chorda tymp. übertragen wird. Der Beweis für diese Erklärung ergiebt sich unmittelbar, denn wenn man den N. tympanico-lingualis durchschneidet, da wo er den Lingualis verlässt, sieht man das Venenblut dunkel bleiben, und von diesem Augenblicke an erscheint die helle Färbung des Blutes nicht mehr trotz der Einträpfelung von Essig auf die Zunge, trotz des empfundenen Geschmackseindrucks, weil die Bahn des Nerven unterbrochen ist, welche jenen die Farbe des Blutes ändernden Einfluss leitete. Wenn man dann aber das peripherische Ende dieses Nerven, welches noch mit der Drüse zusammenhängt, an der Stelle, wo man ihn hinter dem Lingualis durchschnitten hat, galvanisch reizt, so sieht man augenblicklich unter dem Einfluss dieser künstlichen Reizung das Blut in den Drüsenvenen hell werden, und wenn die Reizung vorüber ist, seine dunkle Färbung wieder erlangen. Dieses letztere Experiment liefert einen neuen Beweis, dass die helle Farbe des Venenblutes der Submaxillardrüse mit der Thätigkeit des N. tymp.-ling. zusammenhängt, während die dunkle Färbung dem ruhenden Zustand desselben entspricht.

Doch darf man nicht glauben, dass die dunkle Färbung des Venenblutes während des ruhenden Zustandes der Drüse nur allein die Folge der Lähmung oder der mangelnden Thätigkeit des N. tymp.-ling. wäre. Die dunkle Färbung hängt im Gegentheil von der Thätigkeit eines anderen Nerven ab, welcher durch seine Thätigkeit das Blut dunkel macht, und dessen beständigem Einflusse die intermittirende Thätigkeit des N. tymp.-ling. entgegenwirkt.

III. Der Nerv, welcher das Venenblut der Submaxillardrüse dunkel macht, stammt vom Sympathicus, und gelangt in die Drüse in Begleitung der Aeste der Carotis ext., welche sich dahin begeben. Von diesen durchbohrt der eine, kleinere, die Drüse in ihrem hinteren oberen Theil, der andere, die Hauptarterie der Drüse bildend, tritt durch den Hilus zur Seite des Ausführungsganges in die Drüse. Die sympathischen Drüsennerven kommen zumeist vom oberen Hals-

ganglion. Sie anastomosiren ausserdem mit Fäden, welche aus anderen Quellen stammen, besonders mit dem N. mylohyoid., da wo dieser Nerv die A. facialis kreuzt.

Betrachtet man die Submaxillardrüse in dem Zustande, wo sie selbst und ihre Nerven ruhen, so ist ihr Venenblut dunkel: so sprachen wir uns früher aus. Doch dies kommt daher, weil in diesem Falle die Thätigkeit des Sympathicus, welche das Blut dunkel macht, überwiegt über die Thätigkeit des N. tympanico-lingualis, welche es hell macht. Dies lässt sich leicht nachweisen, denn wenn man in jenem Zustande die sympathischen Fäden, welche zur Submaxillardrüse gehen, durchschneidet, sieht man das Venenblut seine dunkle Farbe einbüssen, und dafür dauernd eine hellere annehmen, weil jetzt der Einfluss des sympathischen Nerven unterbrochen ist und nicht mehr zur Drüse gelangt. Stellt man nun künstlich die Thätigkeit dieses Nerven wieder her, indem man das peripherische Ende, welches noch mit der Drüse zusammenhängt, galvanisch erregt, so wird das Venenblut sogleich sehr dunkel, um seine hellrothe Farbe wieder anzunehmen, sobald die Erregung des Nerven vorüber ist. Wir können also für den Sympathicus einen Satz aufstellen, gerade entgegengesetzt dem für den N. tymp.-ling. angenommenen, und sagen: das Venenblut der Drüse ist stets dunkel, wenn der Sympathicus thätig ist, und zwar um so dunkler, je energischer die Thätigkeit des Nerven.[1])

Im Vorhergehenden haben wir also den experimentellen Beweis erlangt, dass die Farbenänderung des Venenblutes abhänge von der Einwirkung zweier wohl zu unterscheidender und ganz getrennter Nerven. Aber wie sollen wir den Mechanismus der Einwirkung der Nerven auf das Blut verstehen? Es besteht kein anatomischer Zusammenhang, und daher auch nicht die Möglichkeit einer directen chemischen Einwirkung der Nerven auf die Blutkörperchen, wodurch die Farbe geändert werden könnte. Es müssen also da Zwischenwirkungen bestehen zwischen den Nervenwirkungen und den chemischen Aenderungen der Blutkörperchen. Und in der That, diese Zwischenbedingungen sind vorhanden, und sie bestehen in den verschiedenen mechanischen Aenderungen,

---

1) Die Drüsennerven gehen in ihrem Verlauf Anastomosen mit den sensiblen Nerven ein, welche ihnen eine Art von „rückläufiger Empfindlichkeit" (sensibilité récurrente) verleihen. Sie haben überdies Ganglien, welche Einfluss auf das Resultat des Versuchs haben, je nachdem man die Nerven oberhalb oder unterhalb der Ganglien durchschneidet. Weit entfernt, das Studium dieser von den Ganglien ausgehenden Einflüsse in eine schon so sehr verwickelte Untersuchung einführen zu wollen, habe ich vielmehr, um die Resultate, von welchen ich berichte, zu erhalten, den Sympathicus stets zwischen Ganglien und Drüse durchschnitten.

welche jeder Nerv in dem Capillarstromlauf der Drüse bewirkt, Aenderungen, welche wir sogleich untersuchen wollen.

IV. Die mechanischen Verhältnisse des Capillarstromlaufs in der Submaxillardrüse werden vom Sympathicus und dem N. tymp.-ling. in ganz entgegengesetzter Weise bestimmt.

Wird der N. tymp.-ling. gereizt, so erscheint das Venenblut hellroth, und gleichzeitig erlangt die Geschwindigkeit des Capillarstromlaufs einen beträchtlichen Zuwachs. In dem Maasse, als das Venenblut heller wird, circulirt es auch schneller und die Menge, welche sich durch die Vene ergiesst, steigert sich beträchtlich. Um eine Vorstellung von dem Unterschiede zu geben, genügt es zu berichten, dass in einem Falle, wo die Blutmenge, welche durch die Vene floss, gemessen wurde, während der Ruhe, so lange das Blut dunkel war, 65 Secunden nöthig waren, um 5 Cc. aufzufangen, während bei Thätigkeit des N. tymp.-ling., und so lange das Blut unter dem Einfluss der Erregung desselben hellroth war, dieselbe Menge in 15 Secunden erhalten wurde, woraus folgt, dass im zweiten Falle die Geschwindigkeit des Blutes die vierfache von der im ersten war.

Wenn der Sympathicus erregt wird, wird das Venenblut dunkel, und gleichzeitig verlangsamt sich der Stromlauf. Es fliesst um so weniger Blut durch die Vene, je dunkler es ist; ja wenn die Thätigkeit des Sympathicus stark genug ist, kann der Blutstrom in der Vene ganz still stehen, um wiederzukehren, wenn die Erregung des Sympathicus aufhört, und sich von Neuem zu beschleunigen, wenn man den N. tymp.-ling. erregt.

Diese ganz constanten Resultate lehren uns also, dass die helle und dunkle Färbung des Venenblutes in einer bestimmten Beziehung zu der Geschwindigkeit der Blutströmung in der Submaxillardrüse stehe. Aber die Geschwindigkeit der Blutströmung selbst kann nicht durch die Nerven bewirkt werden, welche auf keine Weise unmittelbar auf das Blut wirken können. Die Verengerung und Erweiterung der Drüsengefässe, welche wir sogleich feststellen werden, kann uns allein von den Veränderungen in den Eigenschaften des Blutes Rechenschaft geben.

V. Es ist sehr leicht, experimentell darzuthun, dass von den beiden Nerven, welche wir an der Submaxillardrüse beschrieben haben, der eine die Gefässe erweitert, der andere sie verengert.

Der N. tymp.-ling. erweitert die Capillaren der Drüse, und diese Erweiterung ist der Art, dass wenn die Thätigkeit des Nerven stark ist, das Blut aus der Arterie in die Vene übergeht, ohne den durch die Herzaction erhaltenen Impuls zu verlieren, und dass man es dann durch die Vene in ruckweisen Stössen fliessen sieht, als handle es sich um eine wahre Arterie; sobald die Thätigkeit des N. tymp.-ling.

nachlässt, oder ganz aufhört, verschwindet auch die Pulsation der Vene. Der Sympathicus hingegen verengt die Gefässe der Drüse auf's Deutlichste. Erregt man ihn, so fliesst durch die verengten Gefässe immer weniger und weniger Blut. Dieses, in den Capillaren der Drüse verzögert, fliesst schwach und dunkelfarbig durch die Vene und zwar um so dunkeler, je mehr der Blutstrom geschwächt ist.[1]) Wenn einmal der Ausfluss des Blutes durch die Wirkung des Nerven ganz aufgehört hat, so sieht man, nachdem jene aufgehört hat, zuerst einen Strom sehr schwarzen Blutes sich entleeren, allmälig nimmt das Blut eine hellere und hellere Farbe an, in dem Maasse, als die Geschwindigkeit der Strömung wächst, und das vorläufig in dem Gewebe der Drüse zurückgehaltene Blut sich entleert. Schliesslich sind wir also zu der Einsicht gelangt, dass die beiden Nerven, welche die Farbe des Venenblutes heller oder dunkler machen, zwei motorische Nerven sind, die ursprünglich durch Verengerung oder Erweiterung der Blutgefässe wirken. Der Sympathicus ist der Verengerer, der N. tympanico-lingualis der Erweiterer der Gefässe.[2])

VI. Im normalen Zustande der Submaxillardrüse müssen wir uns diese beiden Arten von Nerven als fortwährend thätig und einander entgegenwirkend vorstellen, so dass der jedesmalige Zustand von dem gerade überwiegenden Nerven abhängt, und so dass der besondere Einfluss des einen der beiden Nerven sich nur äussern zu können scheint, sofern er vorher die Wirkung des anderen überwunden hat. Dafür würde sprechen, dass jeder der beiden Nerven erregbarer wird, und mit grösserer Intensität auf den nämlichen Reiz antwortet, wenn vorher sein Antagonist zerstört ist. Diese Erscheinung ist sehr deutlich, besonders für den N. tymp.-ling. Lässt man diesen Nerven unverletzt, durchschneidet die sympathischen Drüsenzweige, und bringt dann ein wenig Essig auf die Zunge, so sieht man das hellrothe Blut mit viel grösserer Heftigkeit und viel stärkeren Pulsationen durch die Vene strömen, als im normalen Zustand des antagonistischen Nerven, d. h. bei undurchschnittenem Sympathicus. Dieser Unterschied in der Erregbarkeit

1) Wenn man die Vene comprimirt, oder in derselben ein Gerinnsel sitzt, so führt diese Behinderung des Blutstromes ebenfalls eine dunkele Färbung des Blutes herbei. Man muss diese Umstände kennen, um sich vor allen den Fehlerquellen in der Bestimmung des Nerveneinflusses sicher zu stellen.

2) Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, welche Erklärung man bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft von der Erweiterung der Gefässe und der in der Drüse erhöhten Gefässthätigkeit durch den Einfluss der Nerven geben könnte. Für diesmal beschränke ich mich darauf, eine Thatsache festzusstellen, die mir wichtig schien, und die übrigens äusserst in die Augen springend ist.

des N. tymp.-ling. ist um so interessanter, als man sie hier durch seinen normalen physiologischen Erreger, den Geschmackseindruck, misst. Dieses Alles zeigt uns an der Submaxillardrüse eine Art von labilem physiologischen Gleichgewicht oder unablässigem Widerstreit der Functionen, bedingt durch den Antagonismus des gefässerweiternden und gefässverengenden Nerven.[1]) Die äusserste Erweiterung des Capillarnetzes fällt zusammen mit dem directen Uebergang des hellen, pulsirenden Blutes in die Vene. Die äusserste Verengerung fällt zusammen mit einer schwachen Strömung des Blutes und dunkler Färbung desselben. Zwischen diesen Extremen können wir alle Zwischenstufen annehmen, und die Beobachtung zeigt sie uns bei den Versuchen.

VII. Nachdem wir so nach und nach alle Bedingungen des Mechanismus zergliedert haben, durch welche der N. tymp.-ling. und Sympathicus das Venenblut der Gland. submax. abwechselnd hell und dunkel erscheinen lassen, sind wir zu dem Schlusse gelangt, dass diese Nerven hier in in Wahrheit nur wirken, indem sie die Blutgefässe erweitern und verengern. Diese Wirkung, welche in Nichts verschieden ist von der allgemeinen Wirkung der motorischen Nerven auf die contractilen und musculösen Elemente, hat indess durch eine ganz natürliche Verkettung der Erscheinungen eine Reihe von physikalisch-chemischen Veränderungen des Blutes zur Folge. Wenn der die Gefässe verengernde Sympathicus thätig ist, wird die Berührung des Blutes mit den Drüsenelementen verlängert, die chemischen Vorgänge, welche eine Folge des zwischen dem Blut und den Geweben stattfindenden Stoffaustausches sind, haben Zeit gehabt, vor sich zu gehen, und das Venenblut ist dunkel. Wenn dagegen der N. tymp.-ling., welcher die Gefässe erweitert, thätig ist, so wird der Stromlauf des Blutes in der Drüse sehr schnell, der Uebergang in die venöse Beschaffenheit, welcher bei Berührung des Blutes mit den Geweben erfolgt, geht in anderer Art vor sich, und das Blut fliesst aus der Vene mit sehr heller Farbe, und dem Ansehen des arteriellen. Also können wir überall zwischen der ursprünglichen physiologischen Wirkung des Nerven und der chemischen Erscheinung, welche

---

1) Man kann ganz allgemein sagen, dass im normalen Zustande die Absonderung des Speichels durch die Drüse zusammenfällt mit der Thätigkeit des N. tymp.-ling., und die Ruhe der Drüse mit der Thätigkeit des Sympathicus. Gleichwohl kann die Erregung beider Arten von Nerven die Speichelabsonderung bewirken; nur bewirkt die Erregung des N. tymp.-ling. die Absonderung eines mehr flüssigen, die Erregung des Sympathicus die eines ausserordentlich zähen Speichels. Man beobachtet dies vorzugsweise, wenn nach Durchschneidung aller Nerven der Drüse, die noch mit derselben zusammenhängenden Enden gereizt werden.

darauf folgt, eine Zwischenwirkung annehmen, welche mechanisch die der Drüse zukommende Blutströmung abändert.

Zum Schluss will ich endlich noch anführen, dass, Dank der Einwirkung der beiden Nerven, deren physiologische Einwirkung wir gezeigt haben, die Submaxillardrüse in Wahrheit einen eigenen Stromlauf hat, welcher in seinen Aenderungen von dem allgemeinen Kreislauf unabhängig ist, und was ich hier von der Submaxillardrüse sage, kann offenbar auf alle Organe des Körpers ausgedehnt werden. Der Druck im Arteriensystem und der vom Herzen stammende Impuls sind die allen Organen gemeinsam zukommenden mechanischen Bedingungen des Kreislaufs. Aber das Specialnervensystem, welches jedes Capillarsystem und jedes Gewebe beherrscht, regelt in jedem Theile den Stromlauf des Blutes in Gemässheit der speciellen chemischen und functionellen Zustände der Organe. Diese vom Nervensystem abhängigen Aenderungen im Capillarstromlauf geschehen auf der Stelle, und ohne irgend welche Störung im Stromlauf der Nachbarorgane, oder gar des allgemeinen Kreislaufs.

Jeder Theil ist mit dem Ganzen verknüpft durch die gemeinsamen Bedingungen des allgemeinen Kreislaufs, und gleichzeitig kann mit Hülfe des Nervensystems jeder Theil seinen eigenen Stromlauf haben, und sich gleichsam physiologisch abschliessen.

Das sind die speciellen physiologischen Bedingungen des Zusammenhanges der Nerven mit dem Capillarstromlauf, welche, glaube ich, nothwendigerweise bekannt sein müssen, bevor man an das Studium der chemischen Beschaffenheit verschiedener venöser Blutarten gehen könnte. Noch ist nöthig zu wissen, welches die chemische Veränderung des Blutes ist, das unter den von uns angegebenen physiologischen Bedingungen für diese Farbenänderung des Venenblutes der Drüsen entsteht. Das wird Gegenstand einer späteren Mittheilung sein.

Ueber die Wirkungen des Curare auf das cerebro-spinale Nervensystem.

Von

Dr. med. Emil Haber in Breslau.

Im Juli vorigen Jahres hatte Herr Staatsrath, Professor Reichert, damals Director des hiesigen physiologischen Institutes, eine kleine Quantität Curare durch den Herrn Prof. Pelikan erhalten, und dieselbe zu Untersuchungen über die Wirkungen dieses Giftes auf das cerebro-spinale Nervensystem bestimmt. — Ich unterzog mich dieser Aufgabe, und führte sie im Monat August, September und October d. J. 1857 im hiesigen physiologischen Institute unter der Aufsicht und gütigen Anleitung des Herrn Professor Reichert aus, welcher allein ich die in der Arbeit erreichten Ziele und die Vermeidung von Irrwegen verdanke, in die man so leicht hineingerathen kann. — Meine Versuche, Beobachtungen und Resultate sind in der Inaugural-Abhandlung „Quam vim venenum Curare exerceat in nervorum cerebro-spinalium systema" (Vratislaviae 1857) enthalten.

Bevor ich zur Mittheilung meiner eigenen Versuche und Beobachtungen übergehe, will ich in Kürze die bis zur Veröffentlichung meiner Schrift bekannt gewordenen Ergebnisse der Untersuchungen anderer Forscher voranschicken.

Das Curare tödtet vom Blute und von Wunden aus sehr rasch. Von der Mucosa des Tractus gestanden Bernard und Pelouze dem Gifte gar keine Wirkung zu. Kölliker und Pelikan haben aber später wohl eine Einwirkung des Curare durch die Mucosa des Tractus nachgewiesen, es wirkt nur von hier aus langsamer und vor Allem bei Säugethieren nur in grösseren Gaben, als direct vom Blute und von Wunden aus. — Von der Haut aus ist das Curare bei Fröschen unwirksam (Kölliker) — Bei sehr kleinen Gaben von Curare können vollständig vergiftete Frösche mit ganz gelähmten Nerven nach und nach wieder zu sich kommen (Kölliker), ebenso Säugethiere selbst bei grösseren Gaben, wenn die Respiration künstlich unterhalten wird (Waterton). — Das Curare lähmt durch das Blut die motorischen Nerven der willkürlich beweglichen Muskeln (Bernard), und zwar tödtet dasselbe bei Fröschen in wenigen Minuten die Nervenenden in den Muskeln selbst, dagegen erst in 1—2 Stunden auch die Nerven-

stämme. Wird nach eingetretener Lähmung der Nervenenden durch das Ausschneiden des Herzens bewirkt, dass die motorischen Stämme nicht mehr Gift erhalten, als ihre Enden, so sterben dieselben sogar erst in 3—4 Stunden ab (Kölliker). — Das Gehirn wird durch Curare weniger afficirt, als die Nerven in den Muskeln, doch schwinden bei partiellen Vergiftungen die willkürlichen Bewegungen ebenfalls bald, wogegen von selbst eintretende Bewegungen von zweifelhafter Natur, die vielleicht besonders von der Medulla oblongata ausgehen, noch ½—1 Stunde nach eingetretener Wirkung des Giftes beobachtet werden (Kölliker). — Die Lähmung der Nerven schreitet allmälig von der Peripherie zum Centrum (Bernard). — Das Rückenmark wird vom Pfeilgift bedeutend weniger angegriffen, als das Gehirn, seine Reflexthätigkeit erhält sich noch ½—1½ Stunden, und die Reizbarkeit seiner weissen Substanz oder sein Leitungsvermögen noch 2 bis 3 Stunden nach der Intoxication (Kölliker). Die sensiblen Nerven bleiben auf jeden Fall bei Curare-Vergiftungen so lange thätig, als Reflexe zu erzielen sind, und es scheint überhaupt zweifelhaft, ob das Curare irgend eine Einwirkung auf dieselben hat. — Die Nerven der unwillkürlich beweglichen Muskeln und der Drüsen scheinen durch Curare ebenfalls gelähmt zu werden, wenigstens gilt dies für den herzumschweifenden Nerven in seiner Einwirkung auf's Herz, für den sympathischen Nerven in seiner Beziehung zur Iris, für die Nerven der hinteren Lymphherzen, die vasomotorischen Nerven der Schwimmhäute der Frösche, die Eingeweide-Nerven in ihrer Einwirkung auf die peristaltische Bewegung und für den der Secretion der Unterkiefer-Drüse vorstehenden Nerven (Kölliker). — Die willkürlichen Muskeln bleiben bei Curarevergiftungen vollkommen reizbar, zeigen jedoch eine grössere Geneigtheit zu blos örtlichen Contractionen. Die Todtenstarre scheint in diesen Muskeln später einzutreten als sonst (Bernard). — Das Herz wird bei Amphibien vom Curare wenig afficirt, nur scheint die Zahl der Herzschläge wegen der Lähmung der Nervi vagi etwas vermehrt zu werden. Die Ganglien im Herzen werden nicht gelähmt, wohl aber die Vagusramificationen und die sympathischen Verzweigungen in demselben (Kölliker). — Die Lymphherzen der Frösche stehen nach Curare-Vergiftungen still. Das Blut der mit Curare vergifteten Thiere ist flüssig und dunkel, gerinnt jedoch ausserhalb der Gefässe leicht, und bildet einen weicheren Blutkuchen, der an der Luft sich nur wenig röthet. Curare mit Blut direct gemengt, verhindert dessen Gerinnung nicht, doch wird das Blut ebenfalls dunkel, und röthet sich an der Luft kaum (Virchow, Münter, Bernard). Das Blut der mit Curare vergifteten Thiere hat ebenfalls giftige Eigenschaften. Curare direct mit Blut vermengt büsst nichts von seinen giftigen Eigenschaften ein. — Curaresolutionen, wenn sie concentrirter sind, local auf Nerven angebracht, tödten dieselben, jedoch erst nach längerer Zeit, und scheinen auch auf die Nerven innerhalb der Muskeln zu wirken. Dagegen haben diluirte Lösungen keine schädliche Einwirkung. — Auf Gehirn und Rückenmark angebracht, ist Curare vollkommen unschädlich, wenn dessen Resorption verhindert ist (Kölliker). — Wenn bei mit Curare vergifteten Säugethieren durch künstliche Respiration die Circulation in gutem Gange erhalten wird, so zeigen sich eine Reihe von Secretionen mehr oder weniger auffallend vermehrt (Bernard). — Die Wirkung des Curarin ist der des Curare ganz analog (Pelikan), und es ist deshalb kein Grund vorhanden, in dem letzteren die Gegenwart von irgend einer unbekannten Substanz (Schlangengift u. a.) anzunehmen. Ein Gegengift oder über-

haupt ein Mittel, die Wirkung des Curare, wenn es einmal in's Blut übergegangen ist, zu heben, ist trotz der vielfältigsten Versuche bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Die Versuche, welche ich selbst mit dem Curare machte, hatten im Anfange allein den Zweck, die bis jetzt festgestellte Wirkungsweise des Giftes zu prüfen und bestätigen zu können. Bei Wiederholung dieser Versuche haben sich jedoch Wirkungen des Curare gezeigt, die nicht in allen Stücken mit denjenigen übereinstimmten, welche Bernard und Kölliker wahrgenommen haben. Auch schien es mir wünschenswerth, dass die Reihe derjenigen Experimente, deren Resultate zu wichtigen physiologischen Aufschlüssen, wie z. B. über die Irritabilität der Muskeln u. s. w. verwendet werden dürften, mit besonderer Vorsicht angestellt und öfter wiederholt würden. Unter solchen Umständen bin ich schliesslich genöthigt gewesen, die mir dargebotene geringe Menge des Curare zur genauen Verfolgung folgender drei Wirkungsrichtungen zu verwerthen: 1) der Wirkung des in's Blut übergeführten Curare auf die Endzweige und Stämme der motorischen und auch der sensiblen Nerven, desgleichen auf das Rückenmark, 2) der Wirkung des local angewendeten Curare auf die Nervenstämme und die peripherischen Endigungen der Nervenfasern, namentlich in den Muskeln, und 3) der Resorbirbarkeit des Curare bei örtlicher Application desselben auf die äussere Haut der Frösche. Ueberhaupt habe ich nur diese Thiere zu meinen Experimenten benutzt, weil sie sich am besten dazu eignen, und die geringe Menge des mir zu Gebote stehenden Giftes eine solche Beschränkung gebot. — Ich werde diese Versuche an diejenigen anreihen, welche über dieselben Fragen von den bisherigen Forschern angestellt, und von mir genau nach der Angabe dieser bezeichneten Forscher wiederholt worden sind.

I. Versuche über die Einwirkung des direct oder mittelbar durch Hautwunden übergeführten Curare auf die Stämme und Endverzweigungen, namentlich der motorischen Nerven, und auf das Rückenmark.

Um die Lähmung der motorischen Nerven, namentlich der Endverzweigungen derselben in den Muskeln zu constatiren, haben schon Bernard[1]) und später besonders Kölliker[2]) sehr zahlreiche Versuche auf die Weise angestellt, dass sie Gift führendes Blut durch Unterbindung, z. B. der

1) Leçons de physiologie. Paris 1855. 18me et 19me Leçon.
2) Virchow's Archiv f. patholog. Anat. Bd. X.

Schenkelgefässe, von der entsprechenden Extremität ausschlossen. Dieses sinnreiche Verfahren leistet die wichtigsten Dienste bei den vorliegenden Untersuchungen. Bei Eintritt des Curare in das circulirende Blut verfällt nämlich das Thier schon nach 10—12 Minuten in einen Zustand, in welchem die Muskeln des Wirbelsystems zwar bei Application localer Reize sich zusammenziehen, von den Nervencentra jedoch und von den Nerven selbst weder auf natürlichem Wege noch künstlich zur Zusammenziehung gebracht werden können. Man entbehrt also der wichtigsten Erscheinung, durch welche man hier das Verhalten der einzelnen Theile des Nervensystems studiren kann, um genau anzugeben, welche und wie viele von den bei der Erregung der Muskeln betheiligten Factoren des Nervensystems so ausser Thätigkeit gesetzt sind, dass die Muskeln eine Anregung durch das Nervensystem nicht mehr beantworten. Auch für die Untersuchung der sensibeln Nerven fehlen uns die Reflexbewegungen. Bei dem obigen Verfahren dagegen behalten wir, da — wie auch die Versuche Kölliker's hervorgehoben haben, — eine Propagation der Vergiftung von den der Blutcirculation ausgesetzten Theilen auf die davon ausgeschlossenen nicht Statt hat, ein gesundes, durch Nerven mit dem vergifteten Körper in Verbindung erhaltenes Glied, an dessen Muskelbewegungen das Verhalten der Nervencentra und der peripherischen Nerven im vergifteten Körperabschnitte geprüft werden kann. Von den vielen Versuchen, die ich nach der angegebenen Methode stets mit gleichem Erfolge angestellt habe, mögen zwei hier angeführt werden.

Versuch I.

Einem ziemlich starken Frosche wurden die Arteria und Vena cruralis am rechten Oberschenkel unterbunden, unterhalb der Unterbindungsstelle ringsherum die Haut durchschnitten, und darauf ein Stückchen Curare unter die Rückenhaut gebracht.

Std.	Min.	
—	5	Noch schwache willkürliche Bewegung; Athembewegungen sehr unbedeutend.
—	10	Die Athembewegungen haben ganz aufgehört; bei örtlicher Reizung der vergifteten Theile des Körpers nur sehr schwache Bewegungen in den Muskeln ebendaselbst, dagegen sehr starke im rechten Beine.
—	15	Bei mechanischer Reizung aller der Wirkung des Giftes ausgesetzten Theile nur im rechten Beine Reflexbewegungen, die übrigen Körpertheile sind vollständig regungslos.
—	20	Der blosgelegte Nervus ischiadicus sinister wird elektrisch gereizt, ohne die geringste Wirkung in den der Vergiftung ausgesetzten Muskeln zu zeigen, dagegen stellen sich im rechten Beine starke Reflexbewegungen ein.
—	30	Der Frosch wird auf den Rücken gelegt; dabei entstehen starke Bewegungen im rechten Beine. Das Herz schlägt 60 Mal in der Minute.

Std. Min.
— 40 Bei Betupfung des linken Armes mit Essigsäure starke Bewegungen im rechten Beine.
— 50 Bei abermaliger Lageveränderung des Frosches abermalige Bewegung im rechten Beine.
— 53 Bei elektrischer Reizung der rechten Augengegend Reflexbewegungen im rechten Beine.
1 — Bei elektrischer Reizung des Rückens längs der Wirbelsäule Bewegungen im rechten Beine.
1 10 Fasst man das rechte Bein mit der Pincette an, so bewegt es sich.
1 14 Bei elektrischer Reizung der Nasengegend Reflexbewegungen im rechten Beine.
1 16 Freiwillige Bewegung (Zucken) im rechten Beine.
1 35 Der Nervus ischiadicus dexter wird blosgelegt, und elektrisch gereizt. Es erfolgt darauf Bewegung im rechten Beine. Der blosgelegte Plexus ischiadicus sinister elektrisch gereizt, bringt Reflexbewegung im rechten Beine hervor.
2 — Der elektrisch gereizte Plexus ischiadicus dexter ruft starke Bewegungen im rechten Beine hervor.
5 — Ebenso.
6 — Ebenso, nur schwächer.

Die nach der Enthäutung direct gereizten Muskeln in den vergifteten Theilen contrahiren sich; die Contractionen sind aber nicht allgemein über den ganzen Muskel verbreitet, sondern zeigen sich nur in den vom Reiz getroffenen Bündeln des Muskels.

Versuch II.

Einem starken Frosche wird die Arteria und Vena cruralis sinistra unterbunden, und der Schenkel unterhalb der Unterbindungsstelle bis auf Nervus ischiadicus und den Knochen durchgeschnitten.

Std. Min.
— 30 Vollständige Lähmung überall, ausser im linken Beine.
1 — Bei Berührung einzelner der Vergiftung ausgesetzter Körpertheile Reflexbewegungen im linken Beine.
1 15 Ebenso.
1 40 Fasst man die Arme und das rechte Bein mit einer Pincette, so entsteht starke Reflexbewegung im linken Beine.
1 50 Der Frosch, der bisher auf dem Bauche lag, wird auf den Rücken gelegt, dabei starke Bewegung im linken Beine. — Das Herz schlägt 40 Mal in der Minute.
2 — Der Frosch wird wieder auf den Bauch gelegt, und bewegt dabei das linke Bein ungemein stark und anhaltend. Der blosgelegte Nervus ischiadicus dexter wird elektrisch gereizt ohne eine Spur von Wirkung auf die Muskeln des rechten Beines; dagegen stellen sich starke Reflexbewegungen im linken Beine ein. —
2 20 Willkürliche Bewegungen im linken Beine.
5 15 Die beiden vorderen Extremitäten werden mit einer Pincette gefasst; es entsteht Reflexbewegung im linken Beine.
5 45 Der Frosch wird in ein anderes Gefäss gebracht. Es erfolgt dabei starke Bewegung im linken Beine. Das Herz schlägt 50 Mal in der Minute, die Zusammenziehungen desselben sind jedoch schwächer als vorhin.
6 — Bei Druck der Zehen der vorderen Extremität und des rech-

Std. Min.

		ten Beines mittelst einer Pincette entstehen noch immer ziemlich starke Reflexbewegungen im linken Beine.
6	40	Bei Betupfung der vorderen Extremitäten mit Essigsäure starke Reflexbewegungen im linken Beine.
7	20	Der Plexus ischiadicus sinister wird blosgelegt. Während der Operation starke Reflexbewegung im linken Beine. Bei electrischer Reizung des Plexus sehr gute Wirkung auf das linke Bein. Der Plexus ischiadicus dexter zeigt gereizt keine Wirkung.
24	—	Alle Nerven sind reizlos; d. h. die Muskeln, ausser denen des linken Beines, verhalten sich bei localer Reizung nach Enthäutung des Thieres wie in Versuch I.

Aus den eben angeführten beiden Versuchen ergeben sich die Resultate, welche bereits Bernard und Kölliker daraus gezogen haben. Ueberall, wo die Muskeln mit dem Curare führenden Blute in Berührung gekommen waren, zeigte sich sehr bald, schon nach 10—12 Minuten, dass die willkürlichen und automatischen Bewegungen vollständig ausblieben, und dass auch auf directe Reizung der Nerven keine Zuckungen in ihnen erfolgten. Bei örtlicher Reizung dagegen contrahirten sich die Muskeln, jedoch mit der auffälligen Eigenthümlichkeit, dass die Zusammenziehung auf die vom Reizmittel getroffene Stelle beschränkt blieb. Die Einwirkung des Giftes hatte sich ferner nur in den Gegenden, in welchen Blutcirculation stattfand, gehalten, und dieses erlaubt den Schluss, dass das Gift auch nur durch das Blut eingewirkt habe. Gleichzeitig lehrten die willkürlichen und Reflexbewegungen im gesunden Beine, welche durch beliebige Reizung der Haut oder der Nervenstämme im vergifteten Körpertheile ausgelöst wurden, so wie die auf directe Reizung des vom vergifteten Blute umspülten Nervus ischiadicus erfolgenden Zuckungen in den Muskeln dieses Beines, — dass das Gehirn, ferner das Rückenmark als Vermittler der Reflexbewegungen, desgleichen die sensiblen Nerven in ihrer ganzen Ausbreitung, endlich die motorischen Nervenfasern in den Nervenstämmen der vergifteten Körpertheile ihre Erregungsfähigkeit trotz der Einwirkung des Curare längere Zeit beibehalten. Man ist also zu dem Schlusse berechtigt, dass das Aufhören der willkürlichen und automatischen Bewegungen der Muskeln, sowie die Unmöglichkeit, durch künstliche Reizung der Nervencentra und der motorischen Nerven selbst Zuckungen in den vergifteten Körpertheilen hervorzurufen, nicht im Gehirn, auch nicht im Rückenmark oder in den der Reizung zugänglichen Nerven, sondern in der peripherischen Ausbreitung der motorischen Nerven im Bereiche der Muskeln selbst zu suchen sei; d. h. dass die Einwirkung des Curare eine Lähmung in den innerhalb des Muskels sich ausbreitenden Nerven veranlasse, und dadurch den bezeichneten Zustand bedinge. Bernard hat geradezu behauptet, dass

die peripherischen Endverzweigungen der motorischen Nerven zuerst gelähmt würden. Kölliker lässt noch die Möglichkeit offen, dass nur die diesen Endverzweigungen zunächst liegenden Abschnitte der Nervenfasern gelähmt sein könnten. Ich werde am Schlusse der Arbeit nachweisen, dass jedenfalls die peripherischen Endzweige der Nervenfasern selbst von der Einwirkung des Giftes getroffen sein müssen.

Was die Wirkung des Giftes auf die motorischen Nerven anlangt, so zeigte sich in diesen beiden Versuchen, dass der Plexus ischiadicus sinister im ersten Experimente noch fünf Stunden nach der Lähmung aller übrigen Theile, der Plexus ischiadicus dexter im zweiten Experimente noch nach 7 Stunden reizbar war, ein Beweis dafür, dass die Wirkung des Giftes erst später die Nervenstämme selbst angreift.

Kölliker hat besonders zahlreiche Versuche darüber angestellt, ob und nach welcher Zeit die Nervenstämme vom Curare angegriffen würden. Die motorischen Nervenstämme sollen danach bei fortdauernder Blutcirculation nach 1—2 Stunden, bei durch Ausschneidung des Herzens aufgehobener Blutzufuhr aber erst nach 3—4 Stunden absterben. — Es musste dies meine Aufmerksamkeit in hohem Grade fesseln, da in meinen eben angeführten Versuchen bei fortdauernder Blutcirculation in dem einen Experiment noch nach 5 Stunden, in dem anderen noch nach 7 Stunden Reizbarkeit der motorischen Nervenstämme vorhanden war, und wahrscheinlich auch noch länger angehalten hat. Ich beschloss deshalb das Verhalten der motorischen Nervenstämme näher zu prüfen, und mich auch stärkerer elektrischer Reizmittel als bisher zu bedienen, um ganz sicher zu sein, dass die Nerven-Erregbarkeit wirklich geschwunden sei. Anfangs hatte ich mich eines einfachen elektrischen Plattenpaares bedient, das nach Analogie einer elektrischen Pincette, welche schon seit langen Jahren im hiesigen physiologischen Institute gebraucht wird, construirt ist, und das ich deshalb der letzteren vorzog, weil dasselbe ein wenig stärker als diese wirkte. Um aber einen noch stärkeren elektrischen Reiz auf die Nerven hervorbringen zu können, wendete ich bei den folgenden Versuchen stets den du Bois'schen Inductionsapparat, verbunden mit einem Bunsen'schen Elemente an, und konnte hierbei den Strom beliebig schwächen oder verstärken.

Versuch III.

Einem Frosche wird der linke Oberschenkel nach Unterbindung seiner Arterie und Vene bis auf den Nervus ischiadicus vom Rumpfe getrennt, und das Thier von einer Hautwunde aus mit Curare vergiftet.

Std.	Min.	
—	10	Vordere Extremitäten und rechtes Bein gelähmt.
—	15	Bei Berührung der gelähmten Theile Reflexbewegung im linken Beine.

Std. Min.

— 23 Bei Blosslegung des Nervus ischiadicus dexter ungemein starke und anhaltende Bewegungen des linken Beines.

— 30 Bei elektrischer Reizung des Nervus ischiadicus dexter nicht die geringste Bewegung im rechten Beine, wohl aber wiederholte Reflexbewegungen im linken.

— 36 Bei Reizung des Auges Reflexbewegung im linken Beine, welche besonders stark wird, wenn man die Zehen der vorderen Extremitäten und des rechten Beines zwischen eine Pincette klemmt.

— 40 Bei Betupfung der Stirn mit Essigsäure starker Reflex im linken Beine.

— 45 Ebenso.

— 50 Der Frosch, der bis jetzt auf dem Bauche gelegen, wird auf den Rücken gelegt; dabei starke Bewegung im linken Beine. Das Herz pulsirt noch.

— 54 Freiwillige Bewegung des linken Beines.

3 45 Bei Betupfung des rechten Fusses mit Essigsäure starke und anhaltende Reflexbewegungen im linken Beine.

4 20 Bei elektrischer Reizung der Bauchdecken gute Reflexbewegungen im linken Beine.

4 35 Ebenso.

4 50 Ebenso. Fasst man die Haut in der Axillargegend mit einer Pincette, so bringt man ebenfalls starke Reflexbewegung im linken Beine hervor.

5 — Die elektrische Reizung der Bauchdecken wirkt nicht mehr, wohl aber die Reizung der Haut in der Axillargegend; und die chemische Reizung verschiedener gelähmter Körpertheile bringt Reflexbewegungen im linken Beine hervor. Der Herzschlag ist durch die äusseren Bedeckungen nicht wahrnehmbar.

5 10 Der Theil des Nervus ischiadicus, welcher das abgetrennte Bein mit dem Oberschenkel verbindet, bringt elektrisch gereizt starke Bewegungen im ersteren hervor.

5 15 Bei Eröffnung der Bauchhöhle, um die Plexus ischiadici bloszulegen, Reflexbewegungen im linken Beine, die während der ganzen Dauer der Operation wiederholt und mit grosser Energie auftreten.

5 25 Bei elektrischer Reizung des Plexus ischiadicus dexter keine Bewegung im rechten Beine, ebenso wenig Reflexbewegung im linken. Der elektrisch gereizte Plexus ischiadicus sinister bringt aber starke Bewegungen im linken Beine hervor.

Die direct gereizten Muskeln der vergifteten Theile ziehen sich auf dieselbe Weise zusammen, wie in den Versuchen I. II.

23 — Todtenstarre in den vergifteten Theilen, nicht aber im linken Beine. Der Nervus ischiadicus sinister ist an der freigelegten Uebergangsstelle zum abgetrennten Beine noch reizbar.

Versuch IV.

An einem wie bei Versuch III. behandelten Frosche.

— 10 Vordere Extremitäten und rechtes Bein gelähmt. Athmung hat aufgehört.

— 18 Der elektrisch gereizte Nervus ischiadicus dexter bringt im rechten Beine keine Bewegung hervor, wohl aber sehr starke Reflexbewegungen im linken.

Std.	Min.	
—	30	Bei Berührung einzelner Hautstellen mit der Pincette Reflexbewegungen im linken Beine.
—	50	Ebenso.
1	15	Bei elektrischer Reizung der Nasengegend starke Reflexbewegungen im linken Beine. Bei Berührung mit der Pincette ebenso.
1	40	Beim blossen Aufheben der einzelnen Extremitäten Reflexbewegung im linken Beine.
2	—	Ebenso.
4	25	Herzschlag nicht mehr wahrnehmbar. Reflexaction nicht mehr zu erzielen.
5	10	Der ganze Nervus ischiadicus und Plexus ischiadicus sinister ist bis an die Austrittsstelle aus den Rückenwirbeln elektrisch reizbar, während das blosgelegte Rückenmark elektrisch gereizt nicht die geringste Bewegung im linken Beine hervorruft.

Versuch V.

Ein ebenso behandelter Frosch.

—	5	Athmung nicht mehr bemerkbar.
—	9	Der Frosch liegt gelähmt da, mit Ausnahme des linken Beines.
—	20	Der blosgelegte Nervus ischiadicus dexter ist durch Elektricität nicht mehr reizbar.
—	30	Bei Reizung der Arme Reflexbewegung im linken Beine.
—	45	Quetscht man die Zehen der vorderen Extremitäten und des rechten Fusses zwischen eine Pincette, so erhält man Reflexbewegungen im linken Beine.
1	5	Der Frosch wird auf den Rücken gelegt; dabei starke Bewegungen im linken Beine. Das Herz pulsirt kräftig 36 Mal in der Minute.
1	10	Vom rechten Beine aus sehr starker Reflex auf das linke.
1	30	Es sind immer noch von allen Körpertheilen aus sehr leicht starke Reflexbewegungen im linken Beine zu erzielen.
4	35	Herzschlag sichtbar. Reflexe nicht mehr zu erzielen.
5	30	Herzschlag nicht mehr wahrnehmbar. Der blosgelegte Nervus ischiadicus und Plexus ischiadicus sinister ergeben elektrisch gereizt sehr starke Zuckungen im linken Beine. Das elektrisch gereizte Rückenmark wirkt gar nicht mehr auf's linke Bein.

Die Muskeln der vergifteten Theile direct gereizt geben nur localisirte Contractionen.

Versuch VI.

Ein ebenso behandelter Frosch.

—	15	Der Frosch ist vollständig gelähmt, bis auf das linke Bein.
—	43	Bei Berührung der Haut an verschiedenen gelähmten Körperstellen Reflexbewegungen im linken Beine.
—	58	Bewegt man das rechte Bein hin und her, so entsteht Reflexbewegung im linken.
6	40	Keine Herzbewegung mehr. Der Nervus ischiadicus sinister und Plexus ischiadicus sinister sind in ihrer ganzen Ausdehnung reizbar.
7	20	Das ganze blosgelegte Rückenmark ist elektrisch

nicht mehr reizbar, aber wohl noch der Nervus und Plexus ischiadicus sinister.

Die Muskeln in den vergifteten Theilen verhalten sich wie in Versuch V.

In diesen Versuchen war überall der linke Plexus ischiadicus und der linke Nervus ischiadicus bis zu dem Theile des Oberschenkels, wo dessen Gefässe unterbunden worden waren, der Wirkung des Giftes ausgesetzt, trotzdem aber noch mehrere Stunden nach der eingetretenen Wirkung des Giftes reizbar, und zwar noch länger, als das Rückenmark selbst. Nach Bernard und Kölliker soll das Rückenmark länger als die Stämme der motorischen Nerven reizbar bleiben.

Die Vorsicht mahnte mich jedoch noch genauere Versuche über diesen Punkt anzustellen, und die Thiere dabei so zu schonen, dass sie länger als bisher erfolgreich beobachtet werden konnten. Ausserdem war es von Wichtigkeit, genau zu wissen, wie bei längerer Einwirkung des Giftes die sensiblen Nerven sich verhalten. Die Reflexbewegungen, welche ich oft noch mehrere Stunden nach erfolgter Vergiftung und Lähmung der motorischen Nervenperipherien mit ziemlicher Energie auftreten sah (Vers. I u. II.), zeugten von der noch lange Zeit sich bewährenden Integrität der sensiblen Nerven, und das schliessliche Aufhören ihrer Reizbarkeit, oder vielmehr der Reflexbewegungen, welche bei ihrer Reizung hervorgerufen wurden, konnte entweder seine Ursache in ihrer eigenen Veränderung durch die längere Einwirkung des Giftes haben, oder in der Erlahmung des Rückenmarks, dem Vermittler der Reflexe. Im letzteren Falle konnten die sensiblen Nerven an und für sich ihre Leitungsfähigkeit unverändert behalten haben. Ich habe deshalb einige Versuche gemacht, in denen ich kurze Zeit nach dem Aufhören jeder Reflexbewegung das Rückenmark auf seine Leitungsfähigkeit untersuchte, und fand dann dasselbe durch Elektricität sehr wenig oder gar nicht reizbar. Es lässt sich zwar daraus nicht mit voller Sicherheit schliessen, dass das Curare nicht endlich auch auf die sensiblen Nerven einwirke, jedenfalls geht das aber mit Sicherheit daraus hervor, dass die sensiblen Nerven lange Zeit intact bleiben, und möglicher Weise noch selbst dann verschont bleiben, wenn schon das Rückenmark gelähmt ist.

Auch bei diesen Versuchen fand ich die motorischen Fasern der Nervenstämme noch länger reizbar als das Rückenmark, und ich ging daher sofort zu solchen über, bei denen ich das Rückenmark und die motorischen Nervenstämme in ihrem Verhalten 8 bis 10, ja sogar in einem Falle 25 Stunden lang nach erfolgter Vergiftung und Lähmung der motorischen Nervenperipherien beobachten konnte.

Versuch VII.

Ein starker Frosch wurde ebenso behandelt, wie in Versuch VII.

Std. Min.

— 30 Die vorderen Extremitäten und das rechte Bein sind vollkommen gelähmt. Bei ihrer Reizung starke Reflexbewegungen im linken Beine.

— 45 Freiwillige Bewegung im linken Beine.

— 55 Bei Durchschneidung der Haut in der Regio axillaris dextra, behufs der Bloslegung des Plexus brachialis dexter, entstehen starke Reflexbewegungen im linken Beine.

1 — Bei elektrischer Reizung des Plexus brachialis dexter nicht die geringste Bewegung in der rechten vorderen Extremität.
Der Frosch wird an den vorderen Extremitäten und dem rechten Beine mit einer Pincette gefasst; es entsteht darauf starke Reflexbewegung im linken Beine.

— 55 Das Herz pulsirt kräftig 36 Mal in der Minute. Es werden jetzt zu wiederholten Malen freiwillige Bewegungen im linken Beine beobachtet.

7 30 Noch immer sind bei geringer Reizung der vorderen Extremitäten und des rechten Beines ziemlich starke Reflexbewegungen im linken Beine hervorzurufen.

23 45 Reflexbewegungen werden nicht mehr erhalten. — Das Herz steht still.

24 40 Der Nervus ischiadicus sinister wird mit seinem Plexus blosgelegt, und ergiebt überall bei elektrischer Reizung starke Bewegungen im linken Beine.

25 20 Nachdem das ganze Rückenmark mit dem verlängerten Mark blosgelegt worden ist, wird dasselbe elektrisch gereizt, ohne die geringste Bewegung im linken Beine hervorzurufen. Eben so wenig sind die motorischen Wurzeln des Plexus ischiadicus sinister reizbar, aber wohl der Plexus selbst und der ganze Nervus ischiadicus sinister.

48 — Kein Nerv mehr reizbar. Die Todtenstarre beginnt.

Versuch VIII.

Ein ebenso wie in den vorigen Versuchen behandelter Frosch wurde Vormittags um 11 Uhr vergiftet, und war schon nach 12 Minuten vollständig gelähmt, natürlich mit Ausnahme des linken Beines. Nach 3 Stunden wurden in diesem noch starke Reflexbewegungen beobachtet. — Da der Frosch nicht andauernd beobachtet werden konnte, wurde er unter Wasserdampf und bei Seite gesetzt. — Abends nach 8½ Uhr, also über 9 Stunden nach dem Eintritt der Lähmung der motorischen Nervenperipherien, wurde der Frosch näher untersucht, und folgendes Resultat gefunden: Reflexactionen können nicht mehr hervorgerufen werden. Das Herz pulsirt nicht mehr. Der Nervus ischiadicus sinister ist vollkommen reizbar, ebenso sein Plexus, seine motorischen Wurzeln aber nicht mehr, eben so wenig das Rückenmark, selbst bei bedeutender Verstärkung des elektrischen Stromes.

Versuch IX.

Ein ebenso behandelter Frosch wurde Nachmittags um 4 Uhr mit Curare vergiftet. Nach 15 Minuten war die Lähmung der der Blutzufuhr zugänglichen Theile eingetreten. Der Frosch wurde bei Seite in feuchte Atmosphäre gesetzt. Am andern Morgen um 10 Uhr, also 16 Stunden nach eingetretener Lähmung der motorischen Nervenperipherien, wurde er untersucht. Das Herz schlug nicht mehr. Reflexactionen waren nicht mehr hervorzurufen. Der Plexus und Nervus ischiadicus sinister war durch Elektricität vollständig reizbar, seine motorischen Wurzeln aber nicht mehr, eben so wenig das Rückenmark.

Diese Versuche beweisen hinlänglich, dass das Rückenmark weit eher seine Functionen durch die Einwirkung des Curare einbüsst, als die Stämme der motorischen Nerven, und dass nicht, wie in neuester Zeit Bernard und Pelikan behauptet haben, das Gift die motorischen Nerven so lähme, dass zuerst ihre peripherischen Endigungen, dann ihre Fasern in den Stämmen, und schliesslich die Nervencentra ihre Erregbarkeit verlören, sondern dass zuerst die peripherischen Endigungen der motorischen Nerven, und nach ihnen die Nervencentra paralysirt werden. — Kölliker hat in allen seinen Versuchen im Gegensatze zu den meinigen eine sehr schnelle Lähmung der motorischen Nervenstämme erfahren. Diese abweichenden Resultate der bezeichneten Forscher können nicht bedingt sein durch die Art und Weise, wie das Gift mit dem Nervensysteme in Verbindung gebracht worden, auch nicht dadurch, dass die Quantität des zur Vergiftung benutzten Curare eine verschiedene gewesen wäre, sondern sie sind bedingt durch die verschiedene Prüfungsmethode.

Zunächst ist ein grosser Werth auf die Stärke des Reizes, und besonders des elektrischen Reizes zu legen. Mit der elektrischen Pincette, mit einem elektrischen Plattenpaare habe ich oft vergeblich den Plexus und Nervus ischiadicus gereizt, während diese sich bei Anwendung des du Bois'schen Inductionsapparates sofort erregbar zeigten; und wenn die schwachen Ströme dieses Apparates nicht mehr wirkten, so thaten es doch noch die stärkeren.

Ferner kann man sehr leicht die Beobachtung machen, dass ein Nerv in mehr mechanisch gespanntem Zustande für eine gleiche Stärke des Reizes empfänglicher ist, als im schlaffen.

Endlich muss ich noch auf ein bemerkenswerthes Factum aufmerksam machen, welches ich mir physiologisch nicht vollkommen erklären kann, aus dem aber hervorgeht, dass unter sonst gleichen Umständen, also bei gehöriger Spannung des Nerven und bei genügender Stärke des Reizmittels, die Nerven reizungsfähig sein können, und doch nicht den Reiz beantworten. Diese Erscheinung ist von mir

auch erst bei den letzten Versuchen bemerkt worden, und ich will die Erklärung derselben durch nebenstehende Figur (Fig. 1) leichter verständlich machen.

Fig. 1.

A ist der vom übrigen Theil abgetrennte Unterschenkel, der bloss durch den Nervus ischiadicus mit dem Oberschenkel B, welcher mit den übrigen vergifteten Theilen zusammenhängt, in Verbindung blieb, und durch das Abschneiden der Blutzufuhr von der Wirkung des Curare verschont war. Von e nach A zu liegt der Nervus ischiadicus ausserhalb der vergifteten Theile, von e ab in centraler Richtung liegt er in denselben, sendet beispielsweise bei a und b Zweige ab, die sich schliesslich wieder theilen, und sich in den Muskeln des Oberschenkels verbreiten, und geht dann in den Plexus ischiadicus c über. Reizte ich einige Stunden nach erfolgter Vergiftung den Nervus ischiadicus zwischen d und e elektrisch, so erhielt ich in A starke Bewegungen, präparirte ich den Nerv weiter hinaus, so erhielt ich bei Reizung des Theiles ae Bewegung in A. Wenn ich aber central von a reizte, also bei Reizung des Plexus und des Stückes ab erhielt ich keine Bewegung in A. Schnitt ich aber den von a abgehenden Nervenast in der Nähe des Stammes durch, so erhielt ich bei elektrischer Reizung von ab Bewegung in A, und ebenso bei Reizung von cb, wenn der von b aus abgehende Zweig durchschnitten war. — Der ganze Nervus ischiadicus war dann mit dem Plexus so von seiner Umgebung lospräparirt, dass überall isolirende Glasstäbchen untergelegt werden konnten; je mehr er dadurch gespannt wurde, desto leichter rief der inducirte Strom Bewegungen hervor.

Es erhellt daraus, wie wichtig es bei derartigen Untersuchungen ist, die Nerven auf diese Art bloszulegen, denn, wie ich schon erwähnt habe, geschah dies nicht, so erhielt ich bei Reizung des Nerven von a bis c keine Bewegung in A, und man kann beim Uebersehen dieses Umstandes leicht zu der Annahme verführt werden, dass derartige Nerventheile überhaupt nicht mehr erregbar seien. — Ich habe diese Erscheinung auch an Fröschen wahrgenommen, welche nicht vergiftet, sondern einfach durch Unterbindung des Herzens getödtet worden waren. Wenn bei diesen nach 24 Stunden der Nervus ischiadicus in der Mitte des Oberschenkels blosgelegt, und dann elektrisch gereizt wurde, so entstanden Bewegungen in dem entsprechenden Unterschenkel; legte man darauf den entsprechenden Plexus ischiadicus auf die gewöhnliche Weise bloss, und reizte ihn ebenfalls elektrisch, so wurde gar keine Wirkung bemerkt. So wie aber der ganze Nervus ischiadicus von seiner ersten Reizungsstelle an bis zu seinem Plexus hinauf war aus den ihn umgebenden Weichtheilen herauspräparirt, und die auf dieser Strecke von ihm abgehenden Nervenzweige hart an ihm abgeschnitten wurden, so erhielt man sofort bei Reizung des Plexus ischiadicus Bewegungen in dem entsprechenden Unterschenkel.

Ich glaube daher, dass die früheren Beobachter auf die eben angegebenen Erscheinungen keine Rücksicht genommen haben, und dass darin der Grund für die Abweichungen meiner Resultate von den ihrigen zu suchen sei. Bei meinen Versuchen habe ich nicht eher einen Ausspruch gewagt, dass ein Nerv reizlos sei, bevor ich mich nicht durch Anwendung der eben angeführten Cautelen von der Abwesenheit jeder Erregungsfähigkeit der Nerven durch die genannten Reize überzeugt hatte.

Anmerk. d. Redaction. Kölliker hat nach neueren Versuchen (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX. p. 438) sich dahin ausgesprochen, dass die angegebenen Differenzen wahrscheinlich auf die Experimente Haber's bei kälterer Temperatur zu schieben seien. R.

Ich habe also gefunden, dass die motorischen Nervenstämme, nachdem das Rückenmark nicht mehr die Spur von Erregungsfähigkeit gezeigt hatte, noch immer durch Elektricität leicht d. h. durch einen schwachen Strom des du Bois'schen Inductionsapparates erregbar waren. Kölliker ist der Ansicht, dass wahrscheinlich die geringe Zufuhr von dem durch Curare vergifteten Blute zu den Nervenstämmen die Ursache sei, warum dieselben erst später absterben. Auf die Besprechung dieser physiologischen Bedingungen, welche bewirken, dass die verschiedenen Bezirke des Nervensystems zu verschiedenen Zeiten unter der Einwirkung des Curare absterben, werde ich später eingehen. Hier aber bin ich genöthigt darauf hinzuweisen, dass bei meinen Experimenten ein Aufhören der Reizbarkeit in den motorischen Nervenstämmen erst in eine Zeit fällt, wo die Todeserscheinungen in den Muskeln als Starre sich offenbaren, also unter Umständen, wo die Reizbarkeit der Nerven überhaupt nicht mehr geprüft werden kann, mag der Frosch durch Curare oder auf sonst beliebige Weise getödtet worden sein. Vorher jedoch bewährten die motorischen Nervenstämme ihre Reizbarkeit. Man kann also wenigstens das mit Sicherheit sagen, dass das Curare in dieser Zeit nicht auf die motorischen Fasern in den Nervenstämmen eingewirkt haben kann. Ob diese bei längerer Andauer der Blutcirculation schliesslich auch wirklich noch an der Vergiftung participiren können, ist durch Versuche, wie sie meine Vorgänger und ich angeführt haben, unmöglich zu erweisen, da die Blutcirculation früher aufhört, als die Reizbarkeit der Nerven. Nach dem Stande der bisher bekannten Erfahrungen muss vielmehr gefolgert werden, dass das Curare auf die motorischen Nervenstämme vom Blute aus gar nicht einwirke.

II. Versuche über die Einwirkung des Curare auf die Nerven, ohne Vermittelung des Blutes, bei localer Application.

a. Einwirkung des Curare auf die Nervenperipherien bei localer Application desselben.

Versuch X.

Einem Frosche wird der linke Oberschenkel nach Unterbindung seiner Arteria und Vena unterhalb dieser Unterbindungsstelle mit Ausnahme seines Nervus ischiadicus durchschnitten. Der dadurch vom Körper, mit welchem er blos durch seinen Nerven zusammenhängt, getrennte linke Oberschenkel wird enthäutet und dann sammt dem ganzen Tarsus und den Zehen in eine Lösung von Curare in Humor vitreus mit Wasser gethan. — Der Frosch selbst wurde so befestigt, dass er sich nicht bewegen und den Verbindungstheil des Nervus ischiadicus sinister mit dem abgetrennten Beine nicht zerren konnte, und darauf mit einem nassen Tuche bedeckt. —

Nach 2 Stunden wurde der linke Unterschenkel untersucht. Der Frosch war munter und athmete gut. Der Nervus ischiadicus sinister wurde elektrisch gereizt, ohne dass im linken Unterschenkel auch nur die geringste Muskelcontraction hervorgerufen wurde, dagegen entstanden hierbei sehr starke Reflexbewegungen in allen übrigen Körpertheilen des Frosches. Die Muskeln des linken Unterschenkels sind direct gut reizbar, jedoch geschehen die so hervorgerufenen Contractionen derselben nur localisirt auf die Einwirkungsstelle des Reizes, eben so wie bei Muskeln von Fröschen, auf welchen das Curare durch Vermittelung des Blutes eingewirkt hat. Bei dieser Reizung der Muskeln des linken Unterschenkels wurden zugleich in allen übrigen Körpertheilen des Frosches starke Reflexbewegungen hervorgerufen.

Gegenversuch.

Von einem ebenso behandelten Frosche wurde der linke Unterschenkel in Humor vitreus ohne Curare gelegt, ohne dass selbst nach 12 Stunden der Nervus ischiadicus sinister irgendwie reizlos geworden wäre. Bei seiner elektrischen Reizung traten jedesmal starke Muskelcontractionen im linken Unterschenkel auf. Wurden dessen Muskeln direct gereizt, so stellten sich allgemeine Contractionen in ihnen ein.

Aus diesem Versuche geht unläugbar hervor, dass das Gift local auf die Nerven angebracht, die motorischen Nervenfasern, welche sich in ihnen vertheilen, tödtet, während die Muskeln an sich local reizbar bleiben, wie gewöhnlich bei Curarevergiftungen, ebenso unläugbar aber auch, dass die sensiblen Nervenfasern vom Curare verschont bleiben.

Versuch XI.

Einem Frosche wurde der linke Oberschenkel, nachdem dessen Vena und Arteria unterbunden worden war, unterhalb dieser Unterbindungsstelle bis auf den Nervus ischiadicus durchgeschnitten. — Darauf wurde dieser Nervus ischiadicus von der Durchschnittsstelle seines Schenkels an bis über seine Theilung in die Unterschenkelzweige,

also noch bis über das Knie hinaus, herauspräparirt, ferner das von der Durchschnittsstelle bis zum Knie gehende, also noch mit dem Unterschenkel zusammenhängende Stück des Oberschenkels am Knie bis auf die Nerven abgeschnitten und entfernt, so dass diese mit einem Theile ihres Stammes (Nervus ischiadicus sinister) auf eine ziemliche Strecke hin freilagen. — Der linke Unterschenkel wurde jetzt vollständig enthäutet, und darauf der Musculus gastroknemius von demselben abgelöst, aber mit dem zu ihm gehenden Nerven in Verbindung gelassen. Der Unterschenkel wurde, nachdem der Frosch genügend befestigt worden war, in eine Lösung von Curare in Humor vitreus mit Wasser gelegt, der Musculus gastroknemius aber in Humor vitreus mit Wasser **ohne** Curare. Zum leichteren Verständniss betrachte man nebenstehende Figur. f ist der mit dem Körper zusammenhängende Theil des Oberschenkels. Der andere Theil des Oberschenkels, welcher von f bis g reichte, ist ganz weggeschnitten, und nur der Nervus ischiadicus e bildet den einzigen Zusammenhang zwischen dem linken Unterschenkel a und dem übrigen Körper. — b ist der von a abgetrennte Musculus gastroknemius in Zusammenhang mit seinem Nerven c. h ist die Theilungsstelle des Nervus ischiadicus in seine Unterschenkelzweige d und c, von denen c zu b, und der andere Zweig zu a geht. — a wurde in die Lösung von Curare in Humor vitreus mit Wasser, b blos in Humor vitreus mit Wasser gebracht. — Nach 2 Stunden erhielt ich folgendes Resultat: der zwischen e und h elektrisch gereizte Nervus ischiadicus brachte Contractionen in b hervor, aber nicht in den Muskeln von a, ausserdem aber noch Reflexbewegungen in allen anderen Körpertheilen des Frosches. Der Theil h g verursacht bei elektrischer Reizung ebenfalls keine Bewegung in a, wohl aber Reflexbewegung in b und im übrigen Körper, die auch bei elektrischer Reizung von a auftreten. Die Muskeln von a sind direct reizbar, wie überhaupt bei Fröschen, welche mit Curare vergiftet worden sind.

Fig. 2.

Durch diesen Versuch werden die Resultate, welche ich im vorigen gewonnen habe, bestätigt. — **Bernard** und **Kölliker** haben ähnliche Versuche angestellt, sie haben aber Nerven und Muskeln, die sie zu den Versuchen gebrauchten, ganz vom übrigen Thierkörper abgetrennt. Bei allen meinen Versuchen dagegen habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, die Theile, welche der Vergiftung ausgesetzt wurden, mit dem ganzen Körper des Frosches in Verbindung zu erhalten, damit mir die Gelegenheit geboten sei, über das Verhalten der vergifteten Theile aus dem Verhalten der gesunden Theile Schlüsse zu ziehen. **Bernard** und **Kölliker** haben dies unterlassen; die Resultate aus ihren Versuchen sind daher

nicht vollständig erschöpfend und haben sie ausserdem zu falschen Schlüssen verleitet. — Ein in dieser Richtung von Bernard angestelltes Experiment ist folgendes.

„Deux muscles gastrocnémiens de grenouille ont été séparés avec le tronc nerveux qui s'y rend (Fig. 3.) — Dans ce verre de montre V contenant de la dissolution de curare, nous avons mis tremper le tronc nerveux d'un de ces muscles, le muscle lui-même m restant en dehors. L'excitation galvanique portée sur ce nerf baigné dans le curare détermine dans le muscle des contractions très evidentes. — L'autre préparation V' vous montre le muscle baigné par la solution de curare tandis que le nerf ne détermine plus dans le muscle aucune contraction. Le nerf a donc perdu sa propriété excitatrice des mouvements, bien que son tronc n'ait pas été mis en contact au poison; tandis que, dans l'épreuve précédente, il avait pu baigner dans la solution toxique sans perdre cette propriété.“

Fig. 3.

„L'action du poison semble ainsi se propager des radicules nerveuses vers le tronc, mais non du tronc nerveux vers les radicules.“

Nach Bernard soll also bei seinen Versuchen das Curare bei localer Application auf die Nerven keine Lähmung derselben herbeiführen, wohl aber, wenn ihre peripherischen Enden mit den dazu gehörigen Muskeln der localen Wirkung des Giftes ausgesetzt werden, und es soll dann die Lähmung auf die Nervenstämme sich fortpflanzen. Aehnliche Schlussfolgerungen macht Kölliker. Er brachte Muskeln sammt den zu ihnen verlaufenden Nervenstämmen in eine Curarelösung und schloss aus dem Umstande, weil die Muskeln sich bei Reizung der zu ihnen gehenden Nervenstämme nicht contrahirten, dass die Nervenstämme gleichfalls gelähmt seien. Es liegt aber zu Tage, dass die eben angeführten Versuche dieser Autoren nicht das geringste Moment darbieten, aus welchen auf die Lähmung der Nervenstämme geschlossen werden darf; denn die Zusammenziehungen der in die Curarelösung eingetauchten Muskeln ist genau so, wie bei der Curarevergiftung eines Frosches mittelst des Blutes, und wir werden also auch hier schliessen müssen, dass die Endverzweigungen der motorischen Nerven gelähmt worden seien. Sind

aber diese gelähmt, so besitzen wir kein Mittel, uns davon zu überzeugen, ob dieselben Nervenfasern auch in ihrem Verlaufe in den Nervenstämmen gleichzeitig gelähmt seien; denn wären sie es z. B. nicht, so könnten wir trotzdem keine Contractionen bei ihrer Reizung in den entsprechenden Muskeln hervorbringen, weil die Nervenperipherien in ihnen die Leitungsfähigkeit eingebüsst haben. — Ueber das Verhalten der sensiblen Nerven konnte aus den Versuchen von Bernard und Kölliker vollends nichts ausgesagt werden, denn es fehlte bei ihnen die Verbindung der Nerven mit den Centralorganen, deshalb auch die Möglichkeit, Reflexbewegungen bei ihrer Reizung zu erzielen, und sich auf diese Weise von ihrer Erregbarkeit zu unterrichten.

Aus meinen Versuchen lassen sich folgende Schlüsse mit Sicherheit ziehen:

1) Die Muskeln haben durch ihre unmittelbare Berührung mit dem Curare ihre Fähigkeit nicht verloren, sich bei directer Reizung zusammen zu ziehen, aber die Zusammenziehungen sind beschränkt auf die Faserbündel in ihnen, welche der Reiz unmittelbar trifft.

2) Die sensiblen Nerven haben ihre Reizbarkeit nicht eingebüsst.

3) Die motorischen Nervenfasern zeigen sich grade so gelähmt wie bei der Curarevergiftung durch Vermittelung des Blutes, das heisst also: auch bei localer Application des Curare unmittelbar auf die Muskeln werden die Endverzweigungen der motorischen Nervenfasern in denselben gelähmt.

Wie sich die motorischen Fasern im Nervenstamme verhalten, darüber ist nichts Sicheres zu ermitteln. Der von mir angeführte Versuch XI. könnte zu der Ansicht Veranlassung geben, dass die durch das Gift herbeigeführte Lähmung in den Endverzweigungen der motorischen Nervenfasern nach den Stämmen hin sich nicht propagirt habe, da bei Reizung des Nervus ischiadicus zwar nicht der vergiftete Unterschenkel wohl aber der von der Einwirkung des Curare freigelassene Musculus gastroknemius sich contrahirte. Eine solche Propagation der Lähmung in der im Experimente bezeichneten Zeit ist auch darum sehr unwahrscheinlich, weil die in dem ersten Abschnitte dieser Abhandlung angeführten Versuche gezeigt haben, dass die motorischen Fasern in den Nervenstämmen sich nicht allein ungemein lange, sondern ganz und gar intact erhalten haben, und es ist daher mit Sicherheit anzunehmen, dass dieselben auch hier unversehrt geblieben sind.

b. Ueber die Einwirkung des Curare auf die Nervenstämme bei seiner localen Application auf dieselben.

Nach dem, was ich bei meinen vorigen Versuchen gesagt habe, dass man, um das Verhalten der Nervenstämme bei localer Vergiftung durch Curare zu prüfen, dieselben nicht zugleich mit den Muskeln in Curare enthaltende Solutionen bringen darf, da sonst die Prüfung der motorischen Fasern in den Nervenstämmen durch die Paralyse ihrer Endverzweigungen unmöglich gemacht wird, wird man vielmehr die Nervenstämme ganz für sich ohne die entsprechenden Muskeln in eine Curarelösung bringen und dann ihr Verhalten prüfen müssen. Bernard hat dies, wie ich vorhin anführte, auch schon gethan, und geschlossen, dass die Nerven dadurch nicht alterirt werden. Kölliker hat 2 Versuche angestellt, in denen er blos die Nerven in eine Curaresolution legte und die entsprechenden Muskeln vor der Berührung mit dieser schützte; er will jedoch nicht für das aus ihnen gewonnene Resultat, dass man wohl eine locale Einwirkung des Curare auf die Nervenstämme nach weisen könne, einstehen. — Beide Forscher haben blos einzelne Körpertheile von Fröschen (Extremitäten, Muskeln) dazu verwendet, die zu diesen gehenden Nerven von ihren centralen Theilen abgeschnitten, und dieselben dann in die Curaresolution gethan. — Wie schon bei Versuch X. und XI. habe ich auch hier die Nerven, welche ich in die Curarelösung legte, nicht vom Körper getrennt, um auf diese Weise auch hier das Verhalten der sensiblen Nerven neben den motorischen zu prüfen. Ich umging aber dadurch auch einen anderen aus der Behandlungsweise von Bernard und Kölliker hervorgehenden Nachtheil, denn ich verhütete dadurch die directe Einwirkung der Lösung auf den Inhalt der Nervenröhren, wie es beim Hineinlegen der Durchschnittsfläche eines Nerven in diese Solution nur zu leicht möglich ist. Es wird wohl auch Niemand leugnen wollen, dass es ein bedeutender Unterschied ist, ob man das Gift direct in die Röhren oder erst indirect durch das Neurilem eindringen lässt.

Versuch XII.

Einem Frosche wurden hoch oben am linken Oberschenkel die Gefässe unterbunden, und gleich unterhalb der Unterbindungsstelle der Schenkel bis auf den Nervus ischiadicus durchgeschnitten. Dieser wurde dann blosgelegt bis an seine Theilungsstelle, dort wurde der eine Zweig (Nervus tibialis) durchgeschnitten, und nur der Nervus peronaeus mit dem Nervus ischiadicus in Verbindung gelassen und bis in die obere Gegend des Crus blosgelegt. Dann wurde der Theil des linken Oberschenkels, der mit seinem Unterschenkel in Verbindung geblieben war, am Knie abgelöst, der Nerv aber geschont. — Auf diese Weise bildete der Nervus ischiadicus sinister mit einem Theile seines Nervus peronaeus einen langen, ganz frei liegenden Nervenstrang.

Dieser nahm durch die Annäherung des Unterschenkels an den mit dem Körper zusammenhängenden Stumpf des Oberschenkels die Form einer Schlinge an, welche, nachdem sowohl der ganze Frosch, als auch der linke Unterschenkel zweckmässig befestigt worden war, in ein Gläschen, das mit einer diluirten, wässrigen Curaresolution bis nahe an den Rand gefüllt war, hineingehängt wurde. Der innere Rand des Gläschens wurde mit einem Wall von Lack umgeben, damit die Schenkel der Nervenschlinge von der Berührung mit dem Glase abgehalten, und das Hinaufziehen der Flüssigkeit zur Oberschenkelwunde so viel wie möglich verhindert werden konnte. — In der nebenstehenden Figur ist a c b die in der Curaresolution hineinhängende Nervenschlinge, deren eines Ende a d in den Oberschenkel, deren anderes Ende b e in den Unterschenkel übergeht. Beide a d und b e befinden sich ausserhalb der Curarelösung.

Fig. 4.

Nachdem die Nervenschlinge $6\frac{1}{2}$ Stunden in der Curaresolution gehangen hatte, wurde der Frosch untersucht. Er wurde apathisch befunden, und die Athembewegungen stockten fast ganz, Herzschlag war sichtbar, aber schwach. Die Nervenschlinge a c b wurde elektrisch gereizt und dadurch Reflexbewegungen im ganzen Körper des Frosches hervorgerufen. Dieselben waren stark wenn a d., sehr schwach aber, wenn a e b und noch schwächer wenn b e gereizt wurde. Die Muskeln des linken Unterschenkels wurden bei elektrischer Reizung von a d und von a c b gar nicht contrahirt, wohl aber bei elektrischer Reizung von e b. Die Muskeln aller Körpertheile sind direct reizbar, wie bei nicht vergifteten Fröschen.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass die motorischen Nervenfasern der in die Curarelösung eingetauchten Nervenschlinge a c b vollständig leitungsunfähig geworden waren, da bei Reizung derselben, sowie des von ihr central liegenden Theiles vom Nervus ischiadicus a d keine Muskelcontractionen in dem entsprechenden Unterschenkel hervorgerufen werden konnten, während sich dieselben bei Reizung von b e wohl einstellten. Die sensiblen Fasern hatten eine bemerkbare Schwächung aber keine vollständige Ertödtung kund gegeben. Die Muskeln ergaben bei directer Reizung allgemeine Zusammenziehungen.

Gegenversuch.

Bei einem ebenso behandelten Frosche wurde die Nervenschlinge in reines Wasser gelegt. — Nach 7 Stunden athmete der Frosch noch gut. Die elektrisch gereizte Nervenschlinge ergab sowohl Muskelcontractionen im entsprechenden Unterschenkel, als auch starke Reflexbe-

wegungen im ganzen Körper des Frosches. — Nach 22 Stunden lebte und athmete der Frosch zwar noch, aber die Nervenschlinge war gar nicht mehr reizbar, weder ihre motorischen noch ihre sensiblen Fasern. Der linke Unterschenkel zeigt in seinen direct gereizten Muskeln nur sehr schwache allgemeine Contractionen, da schon die Vorboten der Todtenstarre sich in denselben einzustellen anfingen.

Bei diesem Gegenversuche sehen wir nach 7 Stunden die Nervenschlinge vollständig leitungsfähig und reizbar, sowohl in ihren sensiblen wie in ihren motorischen Fasern. Das Aufhören der Reizbarkeit der Schlinge nach 22 Stunden ist wohl auf Rechnung des erfolgten Absterbens des entsprechenden Unterschenkels zu bringen, da die Erscheinungen der Todtenstarre sich bereits in den Muskeln desselben zu zeigen anfingen.

Versuch XIII.

Ein ebenso behandelter Frosch wie in Versuch XII. — Nach 7 Stunden athmete der Frosch, und es zeigte die Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit der Nervenschlinge keine auffallende Veränderung. Nach 21 Stunden zeigte der Frosch weder Respirations- noch Herzbewegungen, er lag wie todt da. Die elektrisch gereizte Nervenschlinge brachte in den Muskeln des entsprechenden linken Unterschenkels keine Contractionen hervor, selbst wenn zwischen b e und über e hinaus der Nerv gereizt wurde, ebenso wenig traten dabei Reflexbewegungen in den übrigen Körpertheilen auf. Todtenstarre war nirgends. Der Nerv, welcher den linken Musculus gastroknemius versorgte, war bei der Operation, wie schon erwähnt, vom Stamme abgeschnitten worden, und daher nicht der Wirkung des Giftes ausgesetzt. Wurde dieser Nerv elektrisch gereizt, so contrahirte sich der Musculus gastroknemius. Die Muskeln des linken Unterschenkels waren direct reizbar, und zwar wie die Muskeln eines nicht vergifteten Frosches. Aber es zeigten sich Vergiftungserscheinungen am ganzen übrigen Körper des Frosches. In diesem war kein Nerv mehr reizbar, und die Muskeln contrahirten sich bei directer Reizung nur in den Bündeln, welche der Reiz traf, also auch wie bei Vergiftungen mit Curare.

In diesem Versuche zeigte sich wieder, dass die Nervenschlinge, wenn auch in späterer Zeit als bei Versuch XII., durch die Einwirkung der Curaresolution leitungsunfähig geworden war. Diese Leitungsunfähigkeit war jedoch nicht durch das Absterben des Unterschenkels erfolgt, da die Muskeln in demselben direct vollständig normal reizbar waren, und der Nerv des Musculus gastroknemius, der ausser Verbindung mit der Schlinge gesetzt worden war, sehr gut erregbar gefunden wurde. — Dass der Nerv von b bis e und darüber hinaus nicht mehr reizbar gefunden wurde, spricht dafür, dass die Wirkung des Giftes von der Schlinge aus sich nach der Peripherie zu propagirt habe. Die Vergiftung des ganzen Frosches — der linke Unterschenkel war ausgenommen — muss wohl daraus erklärt werden, dass sich die Curarelösung doch an a d heraufgezogen habe zur Wunde des Schenkelstumpfes, und von da aus der Frosch durch

Vermittelung des Blutes vergiftet habe. Dass auch hier durch Propagation der Lähmung in den Nervenfasern die Vergiftung entstanden sei, ist nicht anzunehmen, da bei häufigen Versuchen in derselben Zeit eine Propagation der Lähmung im Bereiche des Nervensystems von schon gelähmten Stellen aus nicht beobachtet worden ist.

Aus beiden Versuchen geht hervor, **dass das Curare, unmittelbar auf die Nervenstämme applicirt, die motorischen Fasern in denselben in kürzerer oder längerer Zeit reizlos und leitungsunfähig macht.**

Ich bedaure, dass die geringe Quantität Curare mir nicht erlaubte, noch mehr derartige Versuche anzustellen, in welchen ich Genaueres über die Zeit, in welcher dieses Gift auf die Nervenstämme wirkt, hätte ermitteln können. Man wird bei solchen Versuchen namentlich auch darauf zu achten haben, dass der Nervenstamm von dem umgebenden Bindegewebe so viel wie möglich befreit werde, da ausser der bei verschiedenen Thieren möglicher Weise verschiedenen Empfänglichkeit der Nerven für die Vergiftung durch Curare auch wohl die dünnere oder dickere Umhüllung der Nervenstämme mit Bindegewebe die zeitlichen Unterschiede in dem Eintreten der Vergiftungserscheinungen bedingen kann.

Ausserdem hat sich aus den Versuchen ergeben, dass die sensiblen Nervenfasern bei directer Application des Giftes auf den Nervenstamm eine wohl bemerkbare Schwächung erlitten hatten, ohne jedoch vollständig ihre Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit eingebüsst zu haben. Schliesslich kann ich nicht umhin zu erwähnen, dass aus dem Versuche XIII. hervorzugehen scheint, die Lähmung der motorischen Nervenfasern habe sich von der durch die unmittelbare Application des Giftes gelähmten Nervenschlinge nach der Peripherie hin propagirt, ohne jedoch die Endverzweigungen zu alteriren, da die entsprechenden Muskeln, direct gereizt, sich so ausgebreitet contrahirten, wie wenn diese Endverzweigungen unversehrt geblieben sind. Vielleicht ist diese Propagation nach dem Valli-Ritter'schen Gesetze zu erklären, indem hier die motorischen Fasern der Nervenschlinge abgestorben waren, und dieses Absterben sich nach der Peripherie weiter fortgesetzt hatte.

III. Ueber die Resorbirbarkeit des Curare durch die äussere Haut bei Fröschen.

Kölliker hat in dieser Frage einen Versuch gemacht. Er legte einen Frosch in eine diluirte Curaresolution, und fand denselben nach 18 Stunden ganz verschont von der Wirkung des Giftes. In 24 Stunden stellten sich erst Lähmungssymptome ein, denen eine Stunde später eine vollständige Lähmung folgte. Diese Erscheinung stellt Kölliker jedoch

auf Rechnung des vom Mastdarme aus resorbirten Giftes. Ich habe daher in meinen Versuchen diese Möglichkeit zu verhindern gesucht, und dieselben auf nachstehende Weise angestellt.

Es wurde eine cylindrische an beiden Enden offene Glasröhre genommen, und über diese ein Gummicylinder gezogen, der an dem einen Ende offen, am andern aber sackförmig geschlossen war. Darauf wurde in das geschlossene Ende des Gummicylinders eine Oeffnung gemacht, und in die ganze Röhre von der weiten Oeffnung aus das Bein eines Frosches so gesteckt, dass unten durch die kleine Oeffnung dessen Fuss wieder herausgezogen werden konnte, das Bein aber im Glascylinder blieb. In diesen hinein wurde schliesslich die Curaresolution gegossen. In der nebenstehenden Figur ist dies verdeutlicht.

Fig. 5.

a b ist der an beiden Enden offene Glascylinder, über welchen von unten her der bei e geschlossene Gummicylinder e c gezogen wird. Bei e ist eine kleine Oeffnung gemacht; das Bein des Frosches ist bei a in den Glascylinder gesteckt, und dessen Fuss bei e herausgezogen. Da der Glascylinder blos bis b herabreicht, so konnte das Ende des Gummicylinders b e durch breite Bändchen ganz fest und wasserdicht an das untere Ende des Beines angeschnürt werden. Diese Operation wurde am zweiten Beine ebenso ausgeführt, und der Frosch mit den Armen bei g aufgehangen, und ebenso unten bei d festgebunden. Die Glascylinder wurden dann mit einer wässrigen Lösung von Curare gefüllt, vorher aber oben am Rande mit einem Walle von Wachs umgeben, damit die Froschschenkel vom Walle entfernt gehalten, und dadurch eine Attraction der Lösung zum After hinauf verhindert würde. Auf diese Weise war ich sicher, dass das Curare, wenn es überhaupt geschehen sollte, nur durch die äussere Haut resorbirt werden konnte. Hände und Füsse, so wie auch der obere Körpertheil des Frosches wurden mit nassen Tüchern behangen. Auf diese Weise habe ich drei Versuche angestellt.

Versuch XIV.

Ein auf diese Weise behandelter Frosch bleibt 36 Stunden lang hängen. In den letzten Stunden zeigten sich die Vergiftungssymptome darin, dass die Athembewegungen schwach wurden, und oft aussetzten

Nach 36 Stunden wurde der Frosch von seinem Galgen abgebunden, von allen Bandagen befreit, und in's Wasser gethan; er konnte sich noch bewegen. Nach einer halben Stunde hörten aber die Athembewegungen auf, und ebenso die Bewegungen der Extremitäten und der übrigen Körpertheile. Der Frosch wurde näher untersucht, und es zeigten sich die Nervi ischiadici gegen die stärksten elektrischen Reize vollständig erregungslos. Die Plexus brachiales brachten auf dieselben Reize kaum merkliche Contractionen in den Muskeln der Arme hervor. Die Muskeln zeigten direct gereizt dieselben localisirten Zusammenziehungen, wie sie bei Fröschen nach Curare-Vergiftungen vermittelst des Blutes vorkommen.

Versuch XV.

Hier stellten sich bei dem nach der angegebenen Weise behandelten Frosche die Vergiftungserscheinungen erst nach 48 Stunden ein, obgleich schon viele Stunden vorher Störungen der Athembewegungen wahrgenommen worden waren. Nach 48 Stunden wurde der Frosch von seinen Bandagen befreit, und es traten auch bei ihm, nachdem er eine halbe Stunde in einem Gefäss mit Wasser apathisch dagelegen hatte, dieselben Vergiftungserscheinungen wie im vorigen Experimente ein. Ausserdem war aber noch zu bemerken, dass bei Reizung der Hautstellen an den Beinen, welche sich in der Curarelösung befunden hatten, weit geringere Reflexbewegungen zu erzielen waren, als bei Reizung anderer Hautstellen.

Versuch XVI.

Der Frosch wird wie die beiden vorigen behandelt: die Curarelösung ist aber diesmal concentrirter.

Nach 5 Stunden zeigten sich schon die Athembewegungen sehr kurz; nach 8 Stunden hörten sie ganz auf. Der Frosch wurde vom Galgen heruntergenommen, von seinen Bandagen befreit, und in ein Gefäss mit Wasser gelegt. Er lag bewegungslos da. Auf die stärksten Hautreize antworteten kaum merkliche Reflexbewegungen der Arme, nicht aber der Beine. Eine Stunde später wurde der Frosch näher untersucht: Die blosgelegten Nervi ischiadici wurden ohne allen Erfolg elektrisch gereizt.

Bei jedem dieser drei Versuche wurde zu gleicher Zeit ein Gegenversuch angestellt. Jedesmal blieben die dazu ausersehenen Frösche noch länger hängen, als die mit der Curaresolution behandelten, es wurden aber niemals bei ihnen bedeutende Störungen bemerkt. Nachdem sie von ihrem Galgen abgenommen, und in Wasser gelegt worden waren, erholten sie sich sehr schnell, und sprangen nach einer halben Stunde ganz munter herum.

Diese drei Versuche beweisen genügend, dass das Curare durch die äussere Haut der Frösche resorbirt worden war, und nach seiner Resorption die ihm eigenthümliche Wirkungsweise auf den Organismus der Thiere ausgeübt hatte. Freilich wurde das Curare von der Haut nur in ganz geringer Menge und allmälig aufgesogen, und dadurch die Vergiftung erst in so später Zeit hervorgerufen. Diese war hier auf zweierlei Weise zu Stande gekommen; einmal nämlich wurde das Curare von den Blutgefässen aufgenommen, und dadurch

der ganze Körper der Frösche gelähmt, das andere Mal wirkte es durch Imbibition auf die Beine der Frösche, die sich in der Curarelösung befanden, wie bei den Versuchen, wo enthäutete Unterschenkel in Curarelösungen gethan wurden. Die sensiblen Nerven dagegen haben sich im Allgemeinen lange reizbar erhalten, obschon schliesslich eine gewisse Alteration derselben nicht zu verkennen war, da Reflexbewegungen von der Hautstelle der Beine aus, welche unmittelbar mit der Curarelösung in Berührung war, schwerer als von anderen Hautstellen aus zu erregen waren. Die übrigen Lähmungserscheinungen waren die schon bekannten.

Das Curare wird also bei Fröschen durch die äussere Haut resorbirt, und in den Folgeerscheinungen offenbaren sich die Wirkungen auf zweifache Weise: 1) durch seine Aufnahme in's Blut, und 2) durch örtliche Durchtränkung derjenigen Körpertheile, an welche es applicirt wird.

IV. Resultate, die aus meinen Versuchen gewonnen wurden.

I. *Bei Fröschen, die mit Curare durch Vermittelung des Blutes vergiftet wurden.*

1) Die motorischen Nerven werden ungemein schnell, und zwar in 12—15 Minuten in ihren Endverzweigungen gelähmt.
2) Die sensiblen Nerven bleiben wahrscheinlich ganz verschont; bei ihrer Reizung werden so lange Reflexbewegungen erzielt, als das Rückenmark dieselben vermitteln kann.
3) Die Nervenstämme werden bei Vergiftungen vom Blute aus nicht angegriffen. Sie bleiben bis zum Eintritt der Todtenstarre reizbar.
4) Das Rückenmark wird durchschnittlich nach 5 bis 8 Stunden nach der Vergiftung gelähmt.
5) Die Muskeln bleiben direct, d. h. bei localer Application des Reizes auf dieselben, reizbar, jedoch finden die auf diese Weise hervorgerufenen Contractionen nur in denjenigen Faserbündeln derselben statt, welche vom Reize getroffen werden.

II. *Bei Fröschen, denen das Gift örtlich, ohne Vermittelung des Blutes, applicirt wurde, und zwar*

a) auf die Muskeln.

1) Die motorischen Nerven werden in ihren peripherischen Endigungen gelähmt nach 2 Stunden.
2) Die motorischen Fasern in den Nervenstämmen werden in dieser Zeit nicht angegriffen.

3) Die sensiblen Nerven werden ebenfalls in dieser Zeit nicht angegriffen.
4) Die Muskeln selbst bleiben direct reizbar, jedoch treten auch hier nur Contractionen in den vom Reize unmittelbar getroffenen Faserbündeln auf.

b) auf die Nervenstämme.

Die Nervenstämme werden, obgleich spät, nach 9—20 Stunden, gelähmt, doch ist die Lähmung in den motorischen Fasern früher und entschiedener ausgesprochen, als in den sensiblen.

III. *Ueber die Resorption des Curare.*

Durch die äussere Haut wird das Curare bei Fröschen resorbirt. Bei jedem Versuche traten, wenn auch spät, 1) allgemeine Vergiftungserscheinungen durch das in's Blut aufgenommene Curare, und 2) locale Vergiftungserscheinungen in den Körpertheilen ein, welche sich unmittelbar in der Curarelösung befanden.

Die angegebenen Resultate lassen zwar noch manche Lücken übrig, die leider wegen der geringen Menge des Curare nicht ausgefüllt werden konnten, doch hatte ich mir angelegen sein lassen, die möglichsten Vorsichtsmassregeln anzuwenden, und die passendsten Umstände bei den Versuchen zu benutzen, um über die Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit im Bereiche des Nervensystems mich möglichst genau zu unterrichten. Zu dem Ende habe ich meine Versuche, wenn irgend möglich, so einzurichten gesucht, dass neben den der Einwirkung des Curare unterworfenen Theilen der Frösche ein anderer reservirt worden war, um an ihm ein Prüfungsobject für die Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit der Nerven derjenigen Theile zu gewinnen, welche der Vergiftung unmittelbar ausgesetzt waren. In Betreff der Reizmittel habe ich mich auch stärkerer Reize bedient, vor allem des du Bois'schen Inductionsapparates, da es bekannt ist und sich auch hier bewährt hat, dass ein gegen schwächere Reize indifferenter Nerv durch stärkere wohl erregt wird. Desgleichen machte ich die Erfahrung, dass ein Nerv oft erst bei mechanischer Anspannung die Reize beantwortete, und oft erst dann, wenn seine peripherisch von der Reizungsstelle abgehenden Nebenzweige von ihm abgetrennt worden waren. Ich habe daher stets die Nerven in möglichst grosser Ausdehnung frei präparirt, und bei mässiger mechanischer Anspannung derselben die Reizmittel in Anwendung gebracht.

Ueber die Art und Weise der Einwirkung des Curare auf das Nervensystem im Allgemeinen.

Cl. Bernard und Kölliker haben bereits hervorgeho-

ben, dass bei Vergiftung der Frösche durch Curare, selbst wenn dasselbe in's Blut aufgenommen wurde, und also auch auf Gehirn und Rückenmark wirkt, keine tetanischen Krämpfe eintreten. Diese Thatsache lässt sich besonders in Fällen nachweisen, wo die Vergiftung des Thieres in der Art erfolgt, dass ein abgelöstes, durch seinen Nerven aber noch mit Gehirn und Rückenmark zusammenhängendes Bein der Vergiftung entzogen bleibt. Denn wenn auch durch die schnelle Lähmung der Endzweige der motorischen Nerven tetanische Contractionen auf eine vorhandene Anregung der Nervencentra in den Muskeln vergifteter Theile unmöglich gemacht sind, so müssten derartige Contractionen sich doch in den Muskeln des abgelösten Beines zeigen. Das ist bisher aber niemals beobachtet worden. Das Curare wirkt also durch Vermittelung des Blutes anders, als die übrigen narkotischen Gifte. Es reizt und erregt die Nervencentra nicht so, dass dadurch Zuckungen in den Muskeln entstehen, sondern es wirkt so, wie schon Joh. Müller erwähnt[1]): „Narkotische Gifte durch sich selbst auf die Nerven wirkend können die Reizbarkeit derselben erschöpfen auf analoge Weise, wie chemische Reizmittel die Reizbarkeit der Nerven zerstören". Wie aus den Versuchen hervorgeht, so sind die Vergiftungserscheinungen wesentlich gleich, ob das Curare durch seine Aufnahme in's Blut, oder ob es örtlich applicirt ohne Vermittelung des Blutes auf die Nerven wirkt. Ich bin daher gezwungen, die oben bezeichnete Wirkungsweise des Curare auch in dem Falle in Anspruch zu nehmen, wenn es durch Vermittelung des Blutes auf die Nerven wirkt, und sehe das Blut nur für ein Lösungsmittel des Giftes, und die Circulation als ein Mittel zur allgemeineren Application des Curare an. Desgleichen sind die Vergiftungs-Erscheinungen der Art, dass die obige von Joh. Müller angegebene, die Reizbarkeit der Nerven erschöpfende Wirkungsweise der Narkotica auch für das Gehirn und Rückenmark in Anspruch genommen wird, da eben die tetanischen Krämpfe fehlen. — Die Unterschiede, welche sich bei Vergiftung des Nervensystems durch Vermittelung des Blutes, und bei Vergiftung durch örtliche Application des Curare darin gezeigt haben, dass im letzteren Falle bei längerer Andauer des Versuchs sich eine Abschwächung der Reizbarkeit der sensiblen Nerven herausstellte, während dies im ersteren Falle nicht statt hatte, verändert die obige Schlussfolgerung in keiner Weise, da dies nur auf die grössere, auf die Nerven einwirkende Menge des Giftes zu schieben ist.

---

1) Joh. Müller, Handb. d. Physiologie. 4. Aufl., S. 547.

Ueber die Einwirkung des in das Blut übergeführten Curare auf die einzelnen Bezirke des Nervensystems.

Die Untersuchungen mit Curare haben bisher ergeben, dass im Bereiche des cerebro-spinalen Nervensystems zuerst, und zwar innerhalb 12—15 Minuten, die peripherischen Endigungen der motorischen Nerven, und darauf nach 5—8 Stunden das Rückenmark gelähmt werden, wenn das Gift vermittelst des Blutes wirkt; dass dagegen die motorischen Fasern in den Nervenstämmen, und wahrscheinlich auch die sensiblen Nerven sowohl in ihren Endverzweigungen, als auch in den Stammfasern unversehrt bleiben. Es hat sich nun zwar gezeigt, oder ist doch wenigstens sehr wahrscheinlich geworden, dass bei localer Application des Giftes auf die Nervenstämme und peripherischen Endverzweigungen, unter sehr günstigen Umständen und bei 10—36—48stündiger Einwirkung des Curare, sowohl die motorischen Fasern in den Nervenstämmen, als auch in diesen die sensiblen Nervenfasern mit ihren Endverzweigungen bis zu einem gewissen Grade in ihrer Reizbarkeit abgeschwächt werden;[1]) und es kann also nicht völlig in Abrede gestellt werden, dass das Curare unter günstigen Umständen auf alle Theile des cerebro-spinalen Nervensystems schliesslich doch einwirkt. Man würde daher bei der Frage über die Einwirkung des Curare auf das Nervensystem zu dem Ausspruche genöthigt sein, dass zuerst die Endverzweigungen der motorischen Nerven, dann die Nervencentra, und, unter sehr günstigen Umständen, auch die motorischen Fasern in den Nervenstämmen und die sensiblen Nerven in ihrem ganzen Verlaufe afficirt werden, dass diese umfassende Lähmung aber nicht bei Vergiftung vermittelst des in's Blut aufgenommenen Curare nachgewiesen werden kann. Bevor ich jedoch die Bedingungen zu eruiren mich bemühe, welche darauf einwirken, dass das Nervensystem dem Curare gegenüber die genannten Unterschiede zeigt, ist es an der Zeit, den Punkt festzustellen, dass es wirklich die Endverzweigungen der motorischen Nerven in den Muskeln sind, welche so schnell unter der Einwirkung des Curare erlahmen.

Schon Bernard und Kölliker schlossen aus ihren Versuchen, dass es die peripherischen Endigungen der motorischen Nerven in den Muskeln sein müssen, welche zuerst bei der Curare-Vergiftung gelähmt werden. Beide Forscher stützen sich dabei auf Versuche, aus denen hervorgeht, dass die motorischen Fasern in den Nervenstämmen, desgleichen das Rückenmark noch reizbar und leitungsfähig bleiben, die

1) Siehe Versuche über die Einwirkung des Curare bei örtlicher Application auf die Nervenstämme, und über seine Resorbirbarkeit.

Muskeln bei localer Reizung sich contrahiren, und dass dennoch weder vom gereizten Rückenmark, noch von den gereizten Nervenstämmen aus Contractionen in den Muskeln hervorgerufen werden können. Dasselbe haben meine Versuche gezeigt, ja sie haben gelehrt, dass bei Curare-Vergiftung vermittelst des Blutes die motorischen Fasern in den Nervenstämmen gar nicht, und das Rückenmark erst nach 5 bis 8 Stunden gelähmt werden. Je wichtiger die Feststellung dieser Thatsache für die Lehre von der Irritabilität der Muskelfasern ist, desto genauer muss man bei ihr zu Werke gehen, um Angriffen auszuweichen, wie sie namentlich von Eckhard gemacht worden sind. Kölliker selbst giebt nur zu, dass auch seine Versuche die Sache nicht zum Abschluss gebracht haben; er sagt nämlich: „Ich weiss wohl, dass auch meine Versuche die Sache nicht zum Abschlusse bringen, denn es lässt sich immer noch gegen dieselben anführen, dass sie nicht beweisen, dass das Pfeilgift alle Nerven in den Muskeln lähme." — „Ich gebe diese Möglichkeit zu, bin jedoch der Meinung, dass, wenn das Pfeilgift nicht alle motorischen Nervenfasern in den Muskeln lähmen sollte, es viel näher läge, anzunehmen, dass dasselbe grade umgekehrt nur die letzten Endigungen derselben tödte, welche durch Zartheit oder Mangel der Markscheide und den mehr blossliegenden Axencylinder vor den anderen Nervenröhren sich auszeichnen." Diese letzteren Worte lassen sich zu Gunsten der Thatsache nicht anführen, sie enthalten vielmehr einen Zirkelschluss, da man Bedingungen, warum ein Theil des Nervensystems eher gelähmt wird, als der andere, erst eruiren kann, wenn die Thatsache der Unterschiede in dieser Beziehung fest steht. Auch die Versuche von Bernard können den hervorgehobenen Einwand nicht beseitigen, denn wenn die Lähmung der motorischen Nervenfasern in den feineren Verästelungen des Nervenstammes ihren Sitz hat, so entzieht sich den Experimenten die Feststellung der Thatsache, ob die Lähmung der motorischen Fasern in den Endzweigen oder in den feineren Verästelungen des Nervenstammes innerhalb der Muskeln gelegen ist, da bei localer Application des Reizes auf die Muskeln unvermeidlich beide bezeichneten Bezirke der motorischen Nervenfasern von demselben getroffen werden müssen. Es giebt aber eine Erscheinung bei Vergiftung durch Curare, durch welche man zu dem nothwendigen Schlusse geführt wird, dass nur die Endverzweigungen der motorischen Nervenfasern in den Muskeln gelähmt sein können. Diese Erscheinung ist die Art und Weise, wie sich die Muskeln nach Vergiftung durch Curare zusammenziehen. Es ist bekannt, dass die Muskeln bei nicht vergifteten Fröschen bei localer Application eines Reizes über den Ort, den der Reiz trifft, hinaus mehr oder weniger verbreitete Contractionen

ja sogar Contractionen des ganzen Muskels zeigen. Reichert hat eine Erläuterung dieser Thatsache durch seine Angaben über die Endigungen der Nervenfasern in den Muskeln gegeben, und es heisst darin, wie folgt[1]): „Die aus den Ramificationen einer Stammnervenfaser hervorgehenden Aeste und Zweige vertheilen sich nach den verschiedensten Richtungen auf möglichst viele Theile des Nervengeflechtes im Muskel, so dass alle Stammfasern mit ihrer Ramification nahezu ein und dasselbe Gebiet umfassen, bei der Bildung des Nervengeflechtes sich überall mehr gleichmässig betheiligen, und dass demnach in den verschiedenen Gegenden und Theilen desselben die Aeste und Zweige der einzelnen Stammfasern zumeist wiederkehren." — „Bei diesem Verlaufe werden alle Muskelfasern mit den terminalen Fasern in Berührung gebracht. Stets gehen die terminalen Fasern über und zwischen mehreren Muskelfasern hin. — Häufig steht eine und dieselbe Muskelfaser in verschiedenen Gegenden mit verschiedenen terminalen Fasern einer oder auch mehrerer Stammfasern im Contact. Die terminalen Fasern aller Stammfasern berühren mehr gleichmässig das ganze Gebiet des durch das Nervengeflecht bezeichneten Muskels." — „In der ganzen peripherischen Ausbreitung der motorischen Nervenfasern, in den häufigen Ramificationen der in den Muskel eintretenden Stammfasern giebt sich das Princip zu erkennen, recht viele, wo möglich alle Muskelfasern des Muskels mit jeder einzelnen Stammfaser in Verbindung zu bringen. — In Betreff der Innervation lassen sich, wie mir scheint, folgende Schlüsse mit Sicherheit ziehen. Aus der peripherischen Ausbreitung der motorischen Nervenfasern kann geschlossen werden, dass die von jeder einzelnen Nervenfaser ausgehende Erregung nicht sowohl auf bestimmte Muskelfasern oder bestimmte Muskelpartieen localisirt werde, sondern vielmehr auf den ganzen Muskel sich erstrecke."

Im Gegensatze zu diesem Verhalten nicht vergifteter Muskeln ist von allen Beobachtern nachgewiesen, dass bei Vergiftung mit Curare die Muskel-Contractionen sich genau auf den Ort beschränken, welchen der Reiz trifft, dass also nur diejenigen Muskelbündel sich zusammenziehen, welche der elektrische Strom durchgeht, oder auf welche der mechanische oder chemische Reiz direct einwirkt. Da nun nach der Beschaffenheit der Endverzweigungen der motorischen Nerven nur allgemeine Zuckungen in den Muskeln auftreten können, hier aber dieselben beschränkt auftreten, so folgt, dass

---

1) Joh. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrg. 1851. Ueber das Verhalten der Nervenfasern bei dem Verlauf, der Vertheilung und Endigung in einem Hautmuskel des Frosches von C. B. Reichert. p. 68 ff.

diese beschränkten Contractionen der Muskeln nicht durch die Endverzweigungen der motorischen Nervenfasern vermittelt sein können, dass also ihre Mitwirkung bei den Contractionen aufgehört hat, eliminirt ist, d. h. dass sie es sind, welche von der Lähmung betroffen werden. Ueber die feineren Verästelungen des Nervenstammes in den Muskeln können Experimente nicht angestellt werden, es ist aber anzunehmen, dass sie sich nicht anders verhalten, als die motorischen Fasern in den Nervenstämmen, dass also auch sie von der Wirkung des Giftes verschont bleiben.

Von den Angaben über das verschiedene Verhalten der einzelnen Bezirke des cerebro-spinalen Nervensystems bei Vergiftung durch Curare ist zunächst die zu berücksichtigen, dass nach den Endverzweigungen der motorischen Nervenfasern Gehirn und Rückenmark zunächst in ihrer centripetalen und centrifugalen Leitung gelähmt werden. Kölliker ist der Ansicht, dass motorische directe Erregungen vom Rückenmarke ausgehen können, während dasselbe nicht mehr im Stande ist, Reflexbewegungen zu vermitteln. Ich vermag diese Unterschiede nicht auseinander zu halten, fand vielmehr, dass das Rückenmark ziemlich gleichzeitig für directe Reizung, sowie für Anregung durch centripetale Nerven unempfänglich wird; auch ist es wahrscheinlich, dass, da die motorischen wie sensiblen Nervenfasern mit einem und demselben Nervenkörper in Verbindung stehen, das Rückenmark, wenn es überhaupt gelähmt wird, nach allen Richtungen hin seine Thätigkeit einstellt. Nach meinen Versuchen bin ich nicht einmal im Stande gewesen, einen Unterschied zwischen dem Verhalten der grauen und weissen Substanz im Rückenmark nach Curare-Vergiftungen vorzufinden.

Wenn wir nach den Ursachen oder Bedingungen fragen, durch welche so auffallende Verschiedenheiten in der Einwirkung des Curare auf die verschiedenen Bezirke und Theile des cerebro-spinalen Nervensystems herbeigeführt werden, und davon ausgehen, dass unter ganz besonders günstigen Bedingungen alle Theile des cerebro-spinalen Nervensystems gelähmt werden können, so bleibt doch die Thatsache stehen, dass am schnellsten die peripherischen Endverzweigungen der motorischen Nerven, sodann und erst viel später die Nervencentra gelähmt werden, dass dagegen die sensiblen Nerven in ihrem ganzen Verlaufe, und die motorischen Fasern in den Nervenstämmen sehr spät, und bei Vergiftung durch Vermittelung des Blutes gar nicht angegriffen werden. Halten wir dann fest, dass das Curare, mag es in's Blut übergeführt oder nur örtlich applicirt werden, durch chemische Umwandlung der für die Leistungen des Nervensystems wichtigsten Theile seine tödtliche Wirkung ausübt, dass ferner diese wichtigsten Theile die Nervenkörper und die Cylindri axis sind, so werden wir bei der

Beantwortung unserer Frage zunächst auf folgende drei Punkte unser Augenmerk zu richten haben: 1) auf die quantitativ verschiedene Blutzufuhr zu diesen einzelnen Nervenabschnitten, und die dadurch bedingte mehr oder weniger massenhafte Heranschaffung des Giftes zu den einzelnen Theilen, 2) auf die mehr oder weniger starke Dicke des die einzelnen Nervenabschnitte umgebenden Neurilemms, und 3) auf die markhaltige oder marklose Beschaffenheit der Nervenfasern. Es liegt aber auf der Hand, dass dadurch die Unterschiede in dem Verhalten der verschiedenen Theile des Nervensystems bei der Einwirkung des Curare sich nicht völlig erklären lassen. Erklären liesse sich zunächst daraus, dass die Centra des cerebro-spinalen Nervensystems, welchen eine grosse Quantität Blutes zugeführt wird, in welchen die neurilemmatischen Umhüllungen der Nervenelemente nicht so massig sind, und in denen ein grosser Theil der Nervenelemente ohne Mark vorliegt, früher erlahmen, als die motorischen und sensiblen Fasern in den Nervenstämmen, die in der genannten Beziehung ungünstigere Verhältnisse für die Einwirkung des Curare darbieten. Erklären liesse sich ferner, warum die Endverzweigungen der motorischen Nerven eher gelähmt werden, als die Nervencentra, weil dieselben nicht allein eine geringe Quantität Mark führen, sondern auch nur von einer primitiven Scheide umschlossen, und ausserdem durch die zahlreichen Capillaren einer bedeutenderen Wirkung des Giftes ausgesetzt sind. Erklären aber lässt sich dadurch nicht, warum die Endverzweigungen der sensiblen Nervenfasern, welche dieselben morphologischen Verhältnisse darbieten wie die Endverzweigungen der motorischen Nerven, von dem Gifte nur wenig oder gar nicht alterirt werden. Es bleibt hier keine andere Wahl, als die Annahme aufzustellen, auf die schon Kölliker hingewiesen hat, dass nämlich die sensiblen Nervenfasern chemisch und molecular anders beschaffen sein und aus einer Substanz bestehen müssen, welche der Veränderung durch Curare viel weniger zugänglich ist, als die motorischen Nervenfasern in ihren Endverzweigungen. Daran schliesst sich natürlich die Frage, ob nicht überhaupt alle Unterschiede hinsichtlich der Einwirkung des Curare auf die verschiedenen Bezirke des cerebro-spinalen Nervensystems in der verschiedenen materiellen Beschaffenheit derselben zu suchen seien, und die bezeichneten morphologischen Verhältnisse mehr untergeordneten Werth besitzen und nur nebenher sich noch geltend machen. Zur Entscheidung dieser Frage scheinen die bisher bekannten Erfahrungen über die Einwirkung des Curare auf das cerebro-spinale Nervensystem nicht auszureichen. Aus den vorliegenden Thatsachen würde man aber dann zu folgern haben, dass chemische und materielle Unterschiede nicht allein zwischen den motorischen und sensiblen Nervenfasern bestehen, sondern auch zwischen

Nervencentra und peripherischen Fasern überhaupt, und weiterhin für die motorischen Fasern zwischen ihren Endverzweigungen und dem Theile der Fasern, welcher im Nervenstamme und dessen Verästelungen fortzieht.

Zum Schluss mag es erlaubt sein, die beiden wichtigen physiologischen Resultate vorliegender Versuche noch besonders hervorzuheben.

1) Durch das Curare hat die Physiologie ein Mittel erlangt, über die Irritabilität der Muskeln zu entscheiden. Der Umstand, dass diejenigen Reize, welche local auf die Muskeln angebracht dieselben zur Contraction veranlassen, auch zugleich die Nerven anregen, hat es bisher unmöglich gemacht, die Frage zu beantworten, ob die Muskeln auch ohne Vermittelung der Nerven auf Reize sich contrahiren, da es unmöglich war, auf die Muskelfasern allein wirkende Reize anzubringen. Durch Curare-Vergiftung ist man im Stande, die Endverzweigungen der motorischen Nerven ausser Thätigkeit zu setzen, und es hat sich gezeigt, dass trotzdem die Muskeln sich auf chemische, mechanische und elektrische Reize contrahiren: Die Muskeln besitzen also eigene Irritabilität. Aber diese ihre Fähigkeit, sich auf Reize auch ohne Vermittelung der Nerven zusammen zu ziehen, macht sich bei Integrität der Nervenfasern nicht geltend, weil offenbar die Muskeln der Anregung durch gleichzeitig getroffene und gereizte Nervenfasern zugänglicher sind, und bei Contractionen sich in einer dieser Anregung entsprechenden, allgemeinen Weise zusammenziehen. Schon Cl. Bernard schloss aus dem Verhalten der Nerven und Muskeln bei Curare-Vergiftungen auf die selbstständige Irritabilität der Muskeln, seine Schlussfolgerung liess jedoch gerechtfertigte Bedenken zu. Der stricte Nachweis liess sich, wie oben gezeigt wurde, nur auf Grundlage der Beobachtungen machen, welche Reichert über die Endverzweigungen der motorischen Nerven im Jahre 1851 veröffentlicht hat; derselbe hat mich ausdrücklich hierauf aufmerksam gemacht. Hiernach ist eine so locale, auf die Stelle des Reizes beschränkte Contraction der Muskelfasern, wie sie bei Curarevergiftungen vorkommt, nur denkbar, wenn die Endverzweigungen der motorischen Nerven durch Vergiftung eliminirt sind, und die bezeichneten Contractionen der Muskeln auf directe Reize müssen also als Ausdruck der eigenen Irritabilität derselben angesehen werden.

2) Die zweite physiologisch wichtige Folgerung, auf welche bereits Kölliker hingewiesen hat, betrifft den chemischen Unterschied zwischen den sensiblen und motorischen Nervenfasern.

Die verschiedene Einwirkung des Curare auf die genannten Nervenfasern unter fast gleichen Umständen lässt in der That keine andere Deutung zu, als dass beide in ihrem che-

mischen Verhalten Unterschiede darbieten, in Folge dessen die motorischen Fasern leicht, die sensiblen dagegen sehr schwer oder gar nicht angegriffen werden. Will man die Parallele zwischen beiden genau ziehen, so lässt sich allerdings nur behaupten, dass die bisherigen Versuche nur einen Unterschied zwischen den Enden der motorischen und sensiblen Nervenfasern ergeben haben. Gleichwohl lassen sich gegen die Verallgemeinerung der Schlussfolgerung auf die Nervenfasern in ihrem ganzen Verlaufe erhebliche Bedenken um so weniger vorbringen, als wir bereits hervorgehoben haben, dass die Erscheinungen bei Curarevergiftungen möglicher Weise auf noch weitergreifende chemische Unterschiede in den Formelementen des Nervensystems hinweisen.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber das Gesetz der Zuckungen.

Von A. v. Besold u. J. Rosenthal.

Erste Mittheilung.

Versuche, welche in den Monaten August bis October im Laboratorium des Herrn Prof. du Bois-Reymond angestellt wurden, haben uns zu folgenden Ergebnissen geführt, welche wir hier mittheilen, indem wir uns eine genaue Darlegung unserer Versuche vorbehalten:

1) Leitet man durch einen frischen, unverletzten Nerven schwache elektrische Ströme, so erhält man stets Schliessungs-, nie Oeffnungszuckung des zugehörigen Muskels, mag der Strom auf- oder absteigend sein.

2) Dieses Verhältniss ändert sich beim allmäligen Absterben des Nerven in verschiedener Weise, je nach der Richtung des Stromes.

a. für den aufsteigenden Strom:

Dieselbe Stromstärke, welche beim frischen Nerven nur Schliessungszuckung giebt, erzeugt nach einiger Zeit Schliessungs- und Oeffnungszuckung, später nur Oeffnungszuckung.

b. für den absteigenden Strom:

Dieselbe Stromstärke, welche beim frischen Nerven nur Schliessungszuckung giebt, erzeugt nach einiger Zeit Schliessungs- und Oeffnungszuckung, später wiederum nur Schliessungszuckung.

3) Ist im Verlauf des Absterbens der Zeitpunkt eingetreten, wo statt der ursprünglichen Schliessungszuckung bereits Schliessungs- und Oeffnungszuckung auftritt, so kann man selbst mit schwächeren Strömen, welche ursprünglich ganz unwirksam waren, Zuckung erhalten, und zwar

a. bei aufsteigender Stromesrichtung: Schliessungszuckung,
b. bei absteigender Richtung: Oeffnungszuckung.

4) Es ist für die beschriebenen Erscheinungen gleichgültig, an welcher Stelle des Ischiadicus, von der Kniebeuge bis dicht an die Wirbelsäule gerechnet, man untersucht.

5) Es ist für die beschriebenen Erscheinungen ebenfalls gleichgültig, ob der Nerv noch mit einem Theil des Rückenmarks zusammenhängt, oder ob er an irgend einer Stelle seines Verlaufs innerhalb oder ausserhalb der Wirbelsäule durchschnitten ist.

6) Die Zeit, innerhalb welcher die beschriebenen Erscheinungen auftreten, ist bei dem noch mit dem Rückenmark zusammenhängenden Nerven um so grösser, je weiter vom Rückenmark entfernt die gereizte Stelle sich befindet; bei dem irgendwo durchschnittenen Nerven um so grösser, je weiter von der geprüften Stelle entfernt der Querschnitt angelegt ist. Liegt die obere Elektrode in unmittelbarer Nähe des Querschnitts, so reichen wenige Secunden hin, den Ablauf der Erscheinungen zu zeigen.

Die beschriebenen Erscheinungen sind durchaus constant, und von etwaigen verschiedenen Erregbarkeitszuständen der Frösche durchaus unabhängig. Wie sich die Erscheinungen bei grösseren Stromstärken gestalten, und wie die abweichenden Angaben anderer Forscher auf die von uns beobachteten Thatsachen zurückzuführen sind, werden wir später ausführlich darlegen.

Ueber ein neues Reagens zur Darstellung des Axencylinders.

Von Dr. Eduard Pflüger.

Ich glaube die Veröffentlichung dieser Thatsache gerechtfertigt, weil ich kein anderes Reagens kenne, welches am ganz frischen Nerven augenblicklich den Axencylinder mit solcher Deutlichkeit zur Erscheinung bringt. Mein Verfahren besteht darin, erst das Neurilemm mit der Nadel zu spalten, und ohne Zusatz von irgend einer Flüssigkeit dann die Fasern sanft auf der Objectplatte auszubreiten. Ich bringe sodann einen Tropfen Collodium auf das Präparat, und bedecke es mit dem Deckgläschen. Ueberall erscheinen jetzt augenblicklich in allen Fasern die herrlichsten scharf gezeichneten Axencylinder, während das Mark ein fein granulirtes Ansehen angenommen hat.

Ueber die Ursache des Oeffnungstetanus.

(Ein Beitrag zur Lehre vom Gesetze der Zuckung.)

Von

DR. EDUARD PFLÜGER.

Ich bin durch meine Untersuchungen über das Gesetz der Zuckung zu dem Resultate gelangt, dass dasselbe am so eben präparirten Nerven, der sich stets auf der ersten Stufe der Erregbarkeit befindet, eine reine Function der Stromstärke sei. Demgemäss unterscheide ich drei Stromstärken, und stelle für diese folgendes Gesetz der Zuckung auf.

Gesetz der Zuckung.

Stromstärke.	Aufsteigender Strom.	Absteigender Strom.
Schwacher Strom.	S. Zuckung O. Ruhe	S. Zuckung O. Ruhe
Mittelstarker Strom	S. Zuckung O. Zuckung	S. Zuckung O. Zuckung
Starker Strom	S. Ruhe. O. Zuckung	S. Zuckung O. Ruhe.

Um sicher zu sein, dass man stets die erste Stufe der Erregbarkeit habe, muss man nicht zu nahe an den Quer-

schnitt herangehen, also am Besten die Elektroden unterhalb des Abganges der Oberschenkeläste anlegen.

Die Oeffnung des starken absteigenden Stromes ist mit ihrem Gesetze darum etwas schwieriger zu bestimmen, weil während der Schliessung der ganz frische Nerv Tetanus giebt. Doch ist die Angabe, welche ich in der Tabelle mache, wohl die richtige.

Meine Bestimmung des Zuckungsgesetzes weicht also von Heidenhain (S. Rud. Heidenhain, Beitrag zur Kenntniss des Zuckungsgesetzes im Archiv für physiol. Heilkunde 1857. p. 442 ff.) ab.

Denn ich behaupte, dass jeder frische Nerv, durch welchen ein aufsteigender ausreichend starker Strom geschlossen wird, nur Oeffnungszuckung giebt, und keine Schliessungszuckung, wenn auch der Nerv vorher noch niemals elektrisch gereizt worden ist. Jeder Nerv giebt aber nur Schliessungs- und keine Oeffnungszuckung, wenn der aufsteigende Strom schwach genug ist. Ein mittelstarker Strom aber erzeugt Schliessungs- und Oeffnungszuckung.

Heidenhain aber sagt: „In demjenigen Zustande, welcher dem des unversehrten Lebens am nächsten steht, ist die Schliessungszuckung die „starke“ Zuckung, entsprechend den beiden ersten Stufen Ritter's. Durch Anwendung grösserer Stromstärken geht dieser Zustand in denjenigen über, welcher dem Nobili'schen Gesetze entspricht, und durch Vorwiegen der Oeffnungszuckung characterisirt wird. Der neue Zustand kann wieder verschwinden, und dem früheren (natürlichen) Platz machen — —.“ (S. Heidenhain a. a. O. p. 453.)

Ferner sagt er, immer mit Bezug auf den aufsteigenden Strom (p. 456):

„Es scheint somit die Stromesstärke zu sein, die es bedingt, ob Ritter's erste Stufen, oder Nobili's Gesetz eintritt. Dennoch ist es diese nicht allein, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird.“ Nun beruft sich Heidenhain auf die bekannte Thatsache, dass durch längere Einwirkung

des starken Stromes der Nerv ein anderes Verhalten des Zuckungsgesetzes bei schwachen Strömen zeigt, als sonst.

Da nun jedweder frische Schenkel bei starken Strömen nur Oeffnungszuckung, bei schwachen nur Schliessungszuckung giebt, so kann man nicht allgemein sagen, dass die Schliessungszuckung die „starke“ Zuckung ist. Es verhält sich mit einem Worte das Zuckungsgesetz bei starken Strömen umgekehrt, als bei schwachen. Hiervon giebt es gar keine Ausnahme. Wenn durch starke Ströme der Nerv so modificirt wird, dass er dann bei schwachen Strömen dasselbe Gesetz zeigt, wie ein nicht modificirter bei starken, so kann man daraus nicht folgern, dass nun allgemein das Vorwiegen der Oeffnungszuckung als Modification aufzufassen sei. Denn längere Schliessung eines schwachen absteigenden Stromes vermehrt ebenfalls die Stärke der Oeffnungszuckung, und lässt die der Schliessungszuckung zurücktreten. Müsste man nicht auch, wenn Heidenhain Recht hätte, sagen, dass die Schliessungszuckung die „starke“ Zuckung des absteigenden Stromes sei? Hier giebt er nun aber gerade an, dass die Oeffnungszuckung die „starke“ sei.

Heidenhain sagt nämlich (a. a. O. p. 459):

„Im Allgemeinen hat man das Zuckungsgesetz für den absteigenden Strom, wenn man überall, wo oben beim aufsteigenden Strome „Schliessungszuckung“ steht, beim absteigenden Strome „Oeffnungszuckung“ setzt. Für den absteigenden Strom ist also bei niederen Stromstärken die Oeffnungszuckung die „starke“ Zuckung, d. h. sie erscheint schon bei geringerer Stromstärke, als die Schliessungszuckung (erste Stufe Ritter's), und ist, wenn letztere auftritt, stärker als dieselbe. Bei fortschreitender Steigerung der Stromstärke werden beide Zuckungen gleich (III. Ritter, I. Nobili); durch Ermüdung gewinnt dann die Schliessungszuckung die Oberhand über die Oeffnungszuckung (IV. R., II. N.), bis zuletzt die Oeffnungszuckung ganz verschwindet. (V. R, III. u. IV. N.)“

Hiernach erkennt man, wie Heidenhain wirklich glaubt,

dass die Schliessungszuckung des absteigenden Stromes durch „Ermüdung“, resp. Modification bedingt werde, obschon es doch gar keinen noch so frischen Froschschenkel giebt, der nicht unfehlbar sofort gewaltig zuckt, wenn ich den starken Strom zum ersten Mal absteigend schliesse, und schwach oder gar nicht, wenn ich ihn öffne. Wir würden uns doch zu sehr von den Thatsachen entfernen, wenn wir nun behaupten wollten, dass diese Schliessungszuckung die schwächere sei, obschon die Thatsachen, um die es sich ja hier nur handelt, das Entgegengesetzte sagen. Unsere Ansicht wird nun hier noch ferner dadurch gestützt, dass bei schwachen Strömen ebenfalls die Schliessungszuckung die starke Zuckung ist, wenn man nur ausreichend weit vom Querschnitt entfernt bleibt (S. hierüber noch Rosenthal und v. Bezold in dieser Zeitschrift. N. F. Heft I.), sich also vor dem Absterben des Nerven vom Querschnitte aus hütet. Also: die Schliessungszuckung ist normal stets bei jeder Stromstärke die starke Zuckung für den absteigenden Strom, und nicht die Oeffnungszuckung, wie Heidenhain angiebt. Wie nun das Zuckungsgesetz bei längerer Durchströmung modificirt wird, ist eine ganz andere Frage, die wir hier nicht weiter zu discutiren wünschen.

In Bezug auf die Reihenfolge, in welcher bei Steigerung der Stromstärke die Zuckungen erfolgen, habe ich zu bemerken:

1) Schliessungszuckung des aufsteigenden Stromes,
2) Schliessungszuckung des absteigenden Stromes,
3) Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes,
4) Oeffnungszuckung des aufsteigenden Stromes.

Meine Versuche sind nur am Nerven angestellt, indem ich nie die Muskeln mit im Kreise hatte; die Stromstärke beherrschte ich mit Hülfe des Rheochordes.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung der Theorie des Zuckungsgesetzes.

Früher behauptete der treffliche Ritter schon, dass die Schliessungszuckung herrühre von dem Uebergehen des Ner-

ven aus dem gewöhnlichen in einen veränderten Zustand, die Oeffnungszuckung aber von der Rückkehr aus diesem nach jenem. Nachdem ich genauer nun jenen veränderten Zustand mit seinen eigenthümlichen Gesetzen mit möglichster Ausführlichkeit und Sorgfalt studirt, und ausserdem mir die Kenntniss des ächten Zuckungsgesetzes ebenfalls verschafft hatte, musste die Aufforderung an mich ergehen, nunmehr jene ahnungsreiche Behauptung des grossen Naturforschers etwas genauer zu prüfen. Als ich das Gesetz, welches die Schliessungszuckung als Function der Stromstärke befolgt, genauer in das Auge fasste, so war es offenbar, dass dasselbe identisch demjenigen sei, welches der Zuckungszuwachs vor dem polarisirenden Strome befolgt, d. h. diejenige Zunahme der Zuckung, welche man nach Schliessung eines constanten Stromes bei Reizung vor demselben beobachtet. Denn wie dieser Zuwachs mit wachsender Stärke des aufsteigenden Stromes anschwillt, ein Maximum erreicht, um wieder nach Null zurückzukehren, genau so verhält es sich mit der Schliessungszuckung, wenn wir dieselbe als Function der Stärke des aufsteigenden Stromes auffassen. Wie ferner bei absteigendem Strome mit wachsender Stärke desselben der Zuckungszuwachs zunimmt, genau so wächst auch die Schliessungszuckung. Es schien mir nun diese Congruenz eine tiefere, und zwar die Bedeutung zu haben, dass der negative Pol bei der Schliessung der eigentlich reizende ist, oder mit anderen Worten, dass nur diejenige Zone des Nerven, welche von dem Zustande erhöhter Erregbarkeit befallen wird, in Erregung kommt, nicht aber die andere, welche an Erregbarkeit ja verliert. Zur leichteren ferneren Verständigung nenne ich den an der Anode auftretenden Zustand Anelektrotonus, den an der Kathode aber Katelektrotonus. Dass das Entstehen des Anelektrotonus keine Reizung des Nerven bedingen kann, den er befällt, geht aus dem Verhalten des Zuckungsgesetzes bei starkem aufsteigenden Strome hervor. Es entsteht keine Spur von Schliessungszuckung. Wenn das Entstehen des Anelektrotonus den Ner-

ven und Muskel zu erregen vermöchte, so müsste nun doch eine recht kräftige Zuckung entstehen, da ein starker Anelektrotonus die intramuscularen Fasern befällt. Aber der Muskel ist ganz ruhig; denn weder er, noch der unterhalb der positiven Elektrode gelegene Theil des Nerven sind in dem Zustande der Reizung gewesen. Hieraus wird es nun doch offenbar in hohem Grade wahrscheinlich, dass, wenn der starke Anelektrotonus, welcher eine Nervenstrecke befällt, diese nicht zu erregen vermag, der schwache es noch weit weniger im Stande ist. Da ferner bei einem starken Strome die vom Anelektrotonus beherrschten Strecken nachgewiesenermassen (S. meine „Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus". Verlag von A. Hirschwald, 1859. S. 467 ff.) die Leitungsfähigkeit für die Reizung verlieren, so vermag bei starkem Strome die am negativen Pole gewiss vorhandene Erregung nicht nach dem Muskel zu gelangen. Bei schwachen Strömen giebt der aufsteigende Strom Schliessungszuckung, weil jetzt der Anelektrotonus wohl die directe Erregbarkeit des Nerven, nicht aber seine Leitungsfähigkeit beeinträchtigt.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung der Schliessungszuckung des absteigenden Stromes. Nichts verhindert den Reiz hier, aus dem Bereiche des Katelektrotonus sofort nach dem Muskel zu gelangen. Denn der Katelektrotonus grenzt ja unmittelbar an denselben. Mit wachsender Stromstärke wächst der Katelektrotonus, und mithin auch die Schliessungszuckung. Hier muss der schwache Strom genau so wie der starke wirken.

Fragen wir nun ferner, bei Vergleichung der Schliessungszuckung des aufsteigenden mit der des absteigenden Stromes, warum der aufsteigende bereits bei geringeren Stromstärken dieselbe hervorbringt, als der absteigende. Auch dies ist eine nothwendige Consequenz meiner Theorie. Denn schliesse ich den aufsteigenden Strom, so verfällt die obere Hälfte des Nervus ischiadicus in den katelektrotonischen Zustand; schliesse ich den absteigenden Strom, so ist dies mit

der unteren Hälfte der Fall. Die Schliessung des aufsteigenden Stromes erregt also unserem Gesetze zu Folge die obere, die Schliessung des absteigenden aber die untere Nervenhälfte. Da ich nun aber gezeigt habe, dass jede Reizung um so stärker wirkt, je weiter sie vom Muskel entfernt den Nerven trifft, so muss die Schliessung des aufsteigenden Stromes wirksamer sein. Das ist das allgemeine Verhalten für die Schliessungszuckung, wobei ich bemerken will, dass der Schliessungstetanus (die tetanisirende Wirkung des constanten Stromes) denselben Gesetzen folgt, welche deshalb auf dieselbe Weise zu erklären sind.

Die gegebenen Deutungen scheinen mir so wahrscheinlich, dass man ihnen wohl Gewissheit zusprechen darf.

Wie verhält sich die Sache nun aber für die Oeffnungszuckung? Hier schien mir das Gesetz so lauten zu müssen, dass das Verschwinden des Anelektrotonus, nicht aber des Katelektrotonus den Nerven errege. Unter dieser Voraussetzung erklärt sich das Zuckungsgesetz mit Zuhülfenahme der von mir über den Elektrotonus und die Modificationen ermittelten Thatsachen ziemlich einfach, und sogar überraschend. Zunächst ist es ganz natürlich, dass fast jede Stromstärke bei jeder Stromesrichtung die Oeffnungszuckung giebt. Es zeigt sich aber ganz regelmässig, dass der absteigende eher als der aufsteigende bei schwächsten noch wirksamen Strömen dieselbe hervorbringt. Auch dies ist vollkommen klar. Denn bei Oeffnung des absteigenden Stromes befindet sich die obere, bei Oeffnung des aufsteigenden die untere Nervenhälfte in dem Zustande des Anelektrotonus, dessen Verschwinden ja mit Reizung verknüpft ist. Es muss also die Oeffnung des Stromes, wenn er absteigend fliesst, wirksamer sein, als wenn er aufsteigend durch den Nerven geleitet worden ist. Es bleibt uns aber ferner das Wachsen der Oeffnungszuckung mit dem Wachsen des aufsteigenden Stromes, und die später erfolgende Abnahme mit dem Wachsen des absteigenden zu erklären. Ich rede hier nicht von der Modification! Dass mit zunehmendem Anelektrotonus,

den der aufsteigende Strom erzeugt hat, die bereits vorhandene Oeffnungszuckung wächst, ist klar. Dies muss eben darum um so mehr stattfinden, als der stärkere Anelektrotonus auf einem gegebenen Punkte bei der Oeffnung rasch in die gewaltige positive Modification übergeht, weshalb die von oben nach dem Muskel herabkommenden Innervationen so leicht nach demselben hinabgeleitet werden. Ich nenne die Modification nämlich positiv, wenn die Erregbarkeit erhöht zurückbleibt, negativ, wenn das Umgekehrte der Fall ist. (S. E. Pflüger, a. a. O. p. 264—276, ferner p. 319—326, ferner p. 349—355, ferner p. 390—391, ferner p. 414—415, ferner 428.) Wie ist es aber mit dem Anelektrotonus, den der absteigende starke Strom hervorbringt? Die durch sein Verschwinden bedingte starke Reizung hat die intrapolare Strecke und sodann die Strecken, auf welchen der Katelektrotonus eben verschwunden ist, zu passiren. Diese Strecken befinden sich aber jetzt in starker negativer Modification, sind also unerregbar, und streben die Reizung zu verlöschen, so dass sie geschwächt oder gar nicht nach dem Muskel hinabgeht. Wir machen also hier noch die Voraussetzung, dass bei schwachen Strömen durch die Modification die Leitungsfähigkeit nicht merkbar beeinflusst wird, wohl aber bei starken, ganz analog, wie es sich bei den Veränderungen während der Stromesdauer herausgestellt hat. Zur thatsächlichen weiteren Begründung meiner Anschauung berufe ich mich darauf, dass bei jeder Richtung eines starken polarisirenden Stromes, der etwas länger auf den Nerven eingewirkt hat, jede Reizung oberhalb oder innerhalb der intrapolaren Strecke sehr bedeutend geschwächt oder unwirksam gemacht wird. Ferner scheint es, als müsse doch der starke absteigende, dicht vor dem Muskel durch den Nerven fliessende Strom bei seiner Oeffnung kräftige Zuckung auslösen, wenn das Verschwinden des Katelektrotonus mit Reizung der Nerven verknüpft wäre. Soweit scheint mir denn unsere Anschauung in guter Uebereinstimmung mit den Thatsachen. Doch sind wir noch nicht zu Ende.

Aus unserer Theorie lassen sich noch einige Erfahrungen von erheblicher Wichtigkeit ableiten, wenn wir die fernere Frage in das Auge fassen, ob das Erscheinen des Katelektrotonus oder das Verschwinden des Anelektrotonus den Nerven stärker errege. Weil bei solchen Stromstärken, welche die Leitungsfähigkeit des Nerven nicht beeinträchtigen, die Schliessung des beliebig gerichteten Stromes wirksamer als die Oeffnung des beliebig gerichteten ist, so muss das Erscheinen des Katelektrotonus stärker erregen, als das Verschwinden des Anelektrotonus.

Wir fanden nun, dass die Differenz der Stromstärken, welche nothwendig ist, damit sich zur Schliessungszuckung des absteigenden Stromes noch die Oeffnungszuckung geselle, ganz ausserordentlich viel kleiner als beim aufsteigenden Strome ist. Dass der aufsteigende Strom bei geringeren Stromstärken die Schliessungszuckung giebt, bei höheren erst die Oeffnungszuckung, ist einfach. Denn selbst wenn das Verschwinden des Anelektrotonus den Nerven gleich stark erregte, wie das Erscheinen des Katelektrotonus, so müsste doch der aufsteigende Strom bei ausreichender Schwäche schliesslich nur Schliessungszuckung geben. Denn bei der Schliessung ist die Reizung in der oberen, bei der Oeffnung in der unteren Nervenhälfte. Da nun ausserdem noch das Erscheinen des Katelektrotonus ein stärkerer Reiz ist, als das Verschwinden des Anelektrotonus, so muss dasselbe Verhalten a fortiori stattfinden. Wie ist die Sache nun für den absteigenden Strom? Hier sind zwei Momente, welche das gleichzeitige Erscheinen der Zuckungen bei Schliessung und Oeffnung des Stromes zu begünstigen streben. Weil nämlich bei der Schliessung die Reizung in der unteren Nervenhälfte, bei der Oeffnung in der oberen sich befindet, so müsste die Oeffnungszuckung eher erscheinen, als die Schliessungszuckung, wie es denn auch in der That mitunter, aber nicht als Regel, beobachtet wird. Da aber das Entstehen des Katelektrotonus ein stärkerer Reiz, als das Vergehen des Anelektrotonus ist, so müsste die Schliessungszuckung eher als

die Oeffnungszuckung erscheinen. Letzteres ist die Regel. Es sind hier mithin zwei Momente vorhanden, welche sich entgegenwirken, und je nach ihren relativen Verhältnissen das Gesetz bedingen.

Auf Grund dieser Betrachtungen stellte ich also bereits in meinem Werke (S. Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus etc. S. 456) das Gesetz auf:

> „Erregt wird eine gegebene Nervenstrecke durch das Entstehen des Katelektrotonus und das Verschwinden des Anelektrotonus, nicht aber durch das Verschwinden des Katelektrotonus und das Entstehen des Anelektrotonus."

Ich habe die Begründung dieses Gesetzes, das heisst, die Erklärung des Zuckungsgesetzes aus demselben hier nochmals dargestellt, wie dies bereits in meinem Werk geschehen ist, weil sich dasselbe wohl noch erst nur in Weniger Hand befinden dürfte.

Nachdem ich das Gesetz soweit erkannt hatte, und der Druck meines Werkes bereits abgeschlossen war, wurde ich darauf aufmerksam, dass es noch ein experimentelles Mittel gebe, den zweiten Theil meines Gesetzes auf eine harte Probe zu stellen, nämlich das Gesetz, demzufolge

> das Verschwinden des Anelektrotonus nicht aber des Katelektrotonus den Nerven erregt.

Es ist klar, dass der Oeffnungstetanus seinen letzten Grund in denselben Umständen haben muss, wie die Oeffnungszuckung, weil er einmal sich gleichsam aus ihr herausentwickelt, und zweitens genau dieselben Gesetze wie diese befolgt. Denn wenn wir lange den Stromeskreis geschlossen lassen, wird die Oeffnungszuckung stärker und stärker, um schliesslich in Tetanus auszuarten. Wie ferner der schwächste Strom, welcher noch Oeffnungszuckung hervorbringt, der absteigende ist, so erzeugt auch dieser nur bei ausreichender Schwäche noch Oeffnungstetanus. Wie also im Allgemeinen der Schliessungstetanus mit der Schliessungs-

zuckung gleichen Gesetzen folgt, so auch der Oeffnungstetanus mit der Oeffnungszuckung.

Was folgt aber hieraus? Wenn ich längere Zeit einen absteigenden Strom von mittlerer Stärke (Schliessungs- und Oeffnungszuckung vorhanden) durch den Nerven fliessen lasse, dann unterbreche, so hat der jetzt entstehende Tetanus seinen Grund in Veränderungen, welche auf den vorher vom Anelektrotonus befallenen Strecken Platz greifen. Da der Indifferenzpunkt etwa in der Mitte jetzt liegt, so musste also die Durchschneidung der Nerven im Indifferenzpunkte den Oeffnungstetanus augenblicklich beseitigen, weil ja die gereizten Stellen oberhalb des Schnittes liegen.

Wenn der Strom aber aufsteigend ist, so wird die Reizung wieder auf der anelektrotonischen Strecke sein, also unterhalb des Indifferenzpunktes. Schneiden wir jetzt den Nerven im Indifferenzpunkte durch, so muss der Tetanus nach wie vor fortbestehen.

Mit eigenthümlichen Erwartungen ging ich an diesen Versuch. Die durchflossene Strecke wählte ich 30 bis 50 Mm. lang, und suchte mit Hülfe des Rheochords die passende mittlere Stromstärke, die augenblicklich gefunden ist. Wenn der Strom absteigend lange genug (2—5 Min. reichen meist aus) geschlossen gehalten war, so dass seiner Oeffnung ein heftiger Tetanus nachfolgte, so durchschnitt ich mit scharfer Scheere den Nerven ungefähr in der Mitte. Der Schenkel sank augenblicklich zusammen, und war absolut beruhigt. Die Scheere sei sehr scharf und vorher wohl mit Froschblut oder Fleischflüssigkeit befeuchtet.

War aber der Strom aufsteigend, so hatte der Schnitt zwischen beiden Polen durchaus keine Wirkung auf die Verminderung des Tetanus, selbst wenn man ziemlich dicht an die positive Elektrode gerückt war. Der Versuch ist so constant und frappant, dass ich ihn zu Vorlesungen empfehlen kann.

Prüft man den nach dem Schnitte übrig bleibenden vorher aufsteigend durchflossenen Nerven, so zeigt es sich, dass

der Tetanus, nachdem er verschwunden, wie bekannt, durch kurze Schliessung und Wiederöffnung auch hier wieder hervorgerufen werden kann. Es trägt also die untere Strecke noch die Modification in sich. War aber der Nerv vor dem Schnitte absteigend durchflossen, so hilft abermaliges kurzes Schliessen des absteigenden Stromes nichts. Es erscheint nach der Oeffnung kein Tetanus mehr.

Als fernere Begründung sind noch folgende Punkte zu erwähnen, welche ebenfalls nothwendige Folge der Theorie sind.

Fällt der Schnitt beim absteigenden Strome irgendwo unterhalb des zu den Polen symmetrisch gelegenen Indifferenzpunktes, so verschwindet augenblicklich der Oeffnungstetanus. Je näher aber der Schnitt der positiven Elektrode liegt, um so mehr bleibt von dem Oeffnungstetanus noch übrig, so dass ein Schnitt, der dicht an die positive Elektrode fällt, den Tetanus wenig oder gar nicht vermindert. Dass er ihn um etwas vermindern kann, ist ebenfalls in der Ordnung, weil ja der Anelektrotonus wohl unmittelbar am positiven Pol sein Maximum hat, und noch über denselben in die extrapolaren Strecken hinausreicht.

Umgekehrt verhält sich die Sache beim aufsteigenden Strome. Hier verringert kein oberhalb des symmetrisch gelegenen Indifferenzpunktes angelegter Schnitt den Tetanus; wohl aber jeder unterhalb desselben und zwar um so mehr, je näher der Schnitt der positiven Elektrode ist. Ja man kann noch etwas über die positive Elektrode hinausgehen, ohne dass der Oeffnungstetanus ganz verschwindet, woraus man also erkennt, dass wenigstens zum wenn auch kleineren Theile die extrapolaren anelektrotonisirten Strecken beim Oeffnungstetanus betheiligt sind.

Die Ursache des Oeffnungstetanus hatte also ihren Grund im Bereiche des positiven Poles, auf denjenigen Strecken, die während der Schliessung vom Anelektrotonus befallen waren.

Es sind hier zwei kleine Einwände noch zu berücksich-

tigen. Der erste bezieht sich auf die Discussion der Polarisation der Elektroden. Wenn sich nämlich an den Metallen solche Stoffe abscheiden, welche den Nerven anätzen, und wenn eine solche Substanz besonders am positiven Pole ausgeschieden würde, so könnte durch Diffusion sich diese dann weiter vom positiven Pole ausbreiten. Würde dies die Ursache des Tetanus sein, so wäre allerdings sowohl dieser, wie sein Verschwinden nach dem Abschneiden jener Strecke sehr begreiflich. Der Versuch bleibt aber ungeändert, auch wenn man mit unpolarisirbaren Elektroden denselben anstellt. Die specielle Einrichtung dieser findet sich in meinem Werke genauer angegeben. (S. Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. S. 95—102.) Hiermit fällt dieser Einwand.

Ein zweiter könnte aus der verschieden starken Wirkung beider Ströme entnommen werden, wenn man sich nämlich vorstellen wollte, dass der aufsteigende Strom viel stärkere Reizung in der ganzen durchflossenen Strecke, als der absteigende hinterlasse, sodass dort die halbe Nervenlänge immer noch zu heftigem Tetanus ausreicht, während das hier nicht mehr der Fall ist. Dieser Einwand ist nun aber nicht schwer zu beseitigen. Denn einmal ist es falsch, dass im Allgemeinen der aufsteigende Strom einen heftigeren Oeffnungstetanus giebt, als der absteigende, weil es bei schwächsten Strömen gerade umgekehrt ist. Zweitens verschwindet auch der stärkste Oeffnungstetanus, den ein absteigender mittelstarker Strom erzeugte, auf der Stelle total, sobald wir zwischen den Polen durchschneiden, während der schwächste Tetanus, welchen ein aufsteigender Strom hervorgebracht hat, ruhig weiter besteht, und durchaus nicht verringert wird durch den an derselben Stelle angebrachten Schnitt.

Es ist somit klar, dass die Ursache des Oeffnungstetanus und gewiss also auch der Oeffnungszuckung auf allen Strecken zu suchen ist, in denen während der Schliessung der Anelektrotonus herrschte, nicht aber auf denen des Katelektrotonus.

Wie sehr die von mir aufgestellte Theorie des Zuckungsgesetzes begründet ist, dürfte nun noch ferner daraus hervorgehen, dass die sämmtlichen bis jetzt über den Oeffnungstetanus ermittelten Gesetze nicht allein aus dieser Theorie erklärlich sind, sondern sogar eine nothwendige Folgerung aus derselben.

Die Gesetze, nach denen sich das Verhalten des Oeffnungstetanus bei abermaliger Schliessung des modificirenden Stromes durch dieselbe frühere Strecke richtet, sind verschieden je nach der Stärke des angewandten Stromes.

Für schwache Ströme gilt das von J. Rosenthal aufgestellte Gesetz, demzufolge

> „der Oeffnungstetanus in seiner Stärke herabgesetzt wird durch die Schliessung des dem modificirenden gleichgerichteten, sowie durch die Oeffnung des entgegengesetzt fliessenden Stromes; vermehrt durch die Schliessung des entgegengesetzt und die Oeffnung des gleichgerichteten."

Für starke Ströme heisst nach meinen Untersuchungen das für den Oeffnungstetanus geltende Gesetz so:

> „Derselbe wird in seiner Stärke herabgesetzt durch die Schliessung, vermehrt durch die Oeffnung des beliebig gerichteten Stromes."

Für die Schliessung des absteigenden Stromes ist dieses Gesetz nicht als gesichert anzusehen, weil bereits diese an sich so leicht Tetanus hervorbringt. Wie man aus der Folge erkennen wird, dürfte es indessen auch mit unserer Theorie in Einklang zu bringen sein, wenn für die Schliessung des starken absteigenden Stromes das Rosenthal'sche Gesetz noch gültig wäre.

Beide Gesetze sind eine nothwendige Folge meiner Theorie. Beginnen wir mit dem Rosenthal'schen Gesetz für schwache Ströme.

Aus den mitgetheilten Thatsachen folgte mit Bestimmtheit dass die Ursache des Oeffnungstetanus, d. h. die Reizung nicht in

der ganzen durchflossenen Strecke, sondern im Bereiche des Anelektrotonus zu suchen ist. Schliessen wir jetzt den modificirenden Strom in gleicher Richtung wie vorher wieder, so verfallen alle vorher anelektrotonisirten Strecken wieder in Anelektrotonus. Dieser setzt aber bekanntlich die Erregbarkeit bedeutend herab, und bringt also die Reizung, die er selbst indirect erzeugte, wieder zum Schweigen. Es ist also die Erregbarkeit herabgesetzt für die Schliessung des dem modificirenden Strome gleichgerichteten. Wenn wir den schwachen modificirenden Strom aber wenden, so verfallen alle Theile, auf welchen vorher Anelektrotonus herrschte, und jetzt nach der Oeffnung die Tetanusursache zu suchen ist, in den katelektrotonischen Zustand. Denn wir nennen die Ströme hier schwache, bei welchen die katelektrotonische Zone der intrapolaren Länge der Nerven grösser ist, als die anelektrotonische. Alle Strecken, welche der Katelektrotonus befällt, nehmen aber, wie wir wissen, sehr an Erregbarkeit zu. Da nun die vorher anelektrotonisirten jetzt eine Reizursache in sich einschliessen, so wird diese nach Entstehung der erhöhten Erregbarkeit einen stärkeren Erfolg haben müssen. Hieraus folgt, dass die Schliessung des entgegengesetzt gerichteten Stromes den Tetanus erhöht. Während dieser entgegengesetzt gerichtete Strom fliesst, befindet sich demnach das Gesammtgebiet des Katelektrotonus in heftiger Erregung. Sobald aber dieser Strom unterbrochen wird, hinterlässt der Katelektrotonus wegen seines Verschwindens an sich schon gar keine Ursache zur Reizung. Wenn also jetzt die durch den ursprünglichen Strom bedingte Tetanusursache noch in alter Stärke vorhanden wäre, so müsste doch ihr Erfolg jetzt geringer ausfallen, da die heftige Erregung der gesammten gereizten Strecke natürlich eine Erschöpfung hinterlassen haben muss. Daraus folgt, dass der Tetanus abnehmen muss bei der Oeffnung des entgegengesetzt gerichteten Stromes. Wenn wir aber den ursprünglichen Strom auf's Neue schliessen, so treten wieder alle diejenigen Umstände ein, welche am ganz frischen Nerven wirkten, und die zur Folge haben, dass bei

ausreichend langer Schliessung des (selbst beliebig gerichteten) Stromes im Bereiche des Anelektrotonus eine Tetanusursache auftritt, sobald dieser verschwindet.

Wie man bemerkt, basiren alle Erklärungen auf der Voraussetzung, dass wir es mit Stromstärken zu thun haben, bei welchen noch der Katelektrotonus in der intrapolaren Strecke die Oberhand habe.

Sobald aber der Indifferenzpunkt dem negativen Pole näher als dem positiven liegt, oder ihm gar sehr nahe gerückt ist, braucht natürlich das Rosenthal'sche Gesetz nicht mehr zu gelten, wenn unsere Erklärung richtig ist. Wie wir sehen, ist dies nun in der That so. Es versteht sich das also jetzt auch ganz von selbst.

Denn wenn wir den kurzdauernden modificirenden Strom öffnen, so erscheint der von mir entdeckte heftige Oeffnungstetanus, dessen Ursache auf fast der ganzen intrapolaren Strecke liegt, weil fast diese ganze (unmittelbar durchflossene) sich in dem Zustande der Reizung befindet. Es ist nun klar, dass fast wieder die ganze Strecke in anelektrotonischen Zustand verfallen wird, wenn ich den beliebig gerichteten Strom schliesse, weil eben der Indifferenzpunkt dicht an der Kathode liegt. Also fast alle nach der Oeffnung des modificirenden Stromes gereizten Strecken werden augenblicklich unerregbar durch das Entstehen des Anelektrotonus. Dass sich dies Gesetz viel schärfer markirt bei Schliessung des aufsteigenden Stromes, der in der Region des Anelektrotonus noch die Leitungsfähigkeit des Nerven aufhebt, dürfte so klar sein, dass eine weitere Auseinandersetzung überflüssig ist. Bei Schliessung des absteigenden Stromes nach Oeffnung des aufsteigenden ist es allerdings der kurzen Strecke, welche in heftiger Erregung sein muss, leicht möglich, dieselbe dem Muskel mitzutheilen. Darum brauchte hier nicht dasselbe Gesetz zu gelten, wie bei Schliessung des aufsteigenden Stromes. Hieraus folgt also der erste Theil meines Gesetzes, demzufolge im Allgemeinen der Oeffnungstetanus abnimmt durch die Schliessung des be-

liebig gerichteten starken Stromes. Sobald wir aber nun diesen öffnen, wird fast die ganze durchströmte Strecke des Nerven in den Zuständen sein, welche der Anelektrotonus hinterlässt, d. h. in einem Zustande der Reizung. Hieraus folgt also, dass die Oeffnung eines beliebig gerichteten starken — nicht zu lange dauernden — Stromes einen vorhandenen Oeffnungstetanus vermehrt.

Es hat sich somit hierdurch eine grosse Zahl von Erscheinungen einem allgemeinen Gesichtspunkte untergeordnet, der auf der allerdings sehr merkwürdigen Thatsache basirt, dass nicht die auf einem Querschnitte des Nerven vorhandene Stromesdichte es allein ist, welche die Wirkungen bestimmt, sondern ausserdem die Lage des Querschnittes zu den Polen.

Ob es nun bald gelingen wird, diesem so sonderbaren Verhalten, welches auf das Tiefste mit der Natur des elektrischen Stromes und höchst wahrscheinlich auch der des Nerven zusammenhängen wird, nahe zu kommen, muss zukünftigen Forschungen überlassen bleiben.

Zur Anatomie der Insecten.

Von

Dr. Leydig in Tübingen.

Hierzu Taf. 2, 3 u. 4.

(Fortsetzung.)

---

6. Zum Geschlechtsapparat der Männchen.

Ueber die männlichen Fortpflanzungswerkzeuge der Insecten habe ich einstweilen nur Weniges, was der Erwähnung werth ist, vorzulegen. Das erste betrifft die accesso-

rischen Geschlechtsdrüsen, bezüglich deren ich darauf aufmerksam machen möchte, dass, während die Mehrzahl der verschiedenen Drüsen des Insectenleibes eine feinere oder dickere Intima aufweisen, eine solche häutig-homogene Auskleidung in den Drüsenschläuchen (ob immer?) fehlt, welche entweder mit den Samenleitern zusammen in das obere Ende des Ductus ejaculatorius münden, oder sich mit den Samenleitern verbinden, bevor diese den gemeinschaftlichen Samengang erreichen. Als Beispiele kann ich folgende männliche Käfer, bei denen ich auf diesen Punkt geachtet habe, anführen. Es mangelt am bezeichneten Ort eine Intima bei *Agrypnus murinus*, *Molytes germanus*, *Polydrusus sericeus*, *Silpha rugosa*, *Acilius sulcatus*, *Lamia textor*. Bei letzterem Bockkäfer enthielt der gewundene Schlauch der accessorischen Drüse (im Mai) ein merkwürdiges Secret, insofern dasselbe aus hellen spiessigen Krystallen bestand, welche in Essigsäure erblassten und einschmolzen. Das zweite accessorische Drüsenpaar desselben Käfers, welches weiter nach hinten liegt, neben dem Penis, und einen Schlauch vorstellt, dessen blindes Ende nach rückwärts sich umbiegt, macht eine Ausnahme von obiger Regel, indem es eine Intima besitzt. Doch scheint diese Drüse, was ich leider nicht näher untersucht habe, in den Penis oder mit ihm nach aussen zu münden, und demnach einer anderen Kategorie anzugehören.

Ich reihe hieran meine Beobachtungen über die Genitalien der männlichen Biene, und glaube, dass sie, obschon die Fortpflanzungswerkzeuge des genannten Thieres bereits zu wiederholten Malen beschrieben wurden, dennoch Aufnahme verdienen, da ich auch auf manche feinere Details mein Augenmerk richtete.

Swammerdam hat den Geschlechtsapparat der männlichen Biene für seine Zeit vortrefflich dargestellt, und ich ziehe dessen Abbildung[1] der von Dufour nach geringerem Maassstab angelegten[2]) Figur vor, wobei aber nicht unter-

1) Bibel der Natur Tab. XXI, Fig. 1.
2) a. a. O. Pl. 5, Fig. 53.

lassen werden soll, die Eleganz der übrigen Zeichnungen des berühmten Entomotomen gebührend hervor zu heben. Die zwei Hoden liegen zu beiden Seiten der Abdominalhöhle, doch etwas mehr der Rücken- als der Bauchfläche genähert. Sie sind auf ihren Bau etwas schwierig zu untersuchen, da jeder Hode von einer eigenen Haut umschlossen wird, zu welcher zahlreiche Tracheenäste gehen, um sich daran zu einem dichten Netz aufzulösen, ausserdem erscheint diese Haut durch ein gelbes Pigment gefärbt, dessen Körner durch ihren Glanz an Fett erinnern. Dufour vergleicht diese Haut einer Tunica vaginalis. Die von genannter Hülle umschlossenen Samencanälchen hat Swammerdam schon bemerkt, er sagt: „Die Samenklöser scheinen mir dem Gemächte nach röhrig zu sein," setzt übrigens bei, dass man „wegen der vielen Luftröhren, welche in die Samenklöser eindringen, ihren Bau nicht nach Wunsch untersuchen könne". Dufour gelang es, die zahlreichen, zu einem Fächer geordneten Samencanälchen („Capsules spermifiques") zu isoliren, und davon eine Zeichnung (a. a. O. Fig. 54) zu geben. Ich habe beizusetzen, dass die Tunica propria der verhältnissmässig schmalen Hodenschläuche sehr dünn ist, und nicht die an Drüsen so häufige Scheidung in eine eigentliche Tunica propria, und eine tracheenhaltige Schicht darbietet, da eben die „Tunica vaginalis" die Rolle der letzteren vertritt.

Der Ausführungsgang kommt, wie Dufour richtig entgegen Swammerdam bemerkt, aus der Mitte der Hoden, und erweitert sich nach einigen leichten Schlängelungen zu einem länglichen Sack (Renflements epididymiques), in dem der Same sich anschoppt, und dessen Wand deutliche Ringmuskeln besitzt. Nach dieser Erweiterung und wieder eingetretener Verengerung vereinigen sich die beiden Gänge, und an dieser Stelle sitzen ein paar accessorische Drüsen in Form zweier länglicher Säcke, deren Bedeutung sowohl Swammerdam, als auch Dufour völlig verkannt haben. Beide nennen die Säcke „Samenblasen", und halten sie für Aufbewahrungsörte des Samens, während ihr bei auffallendem Licht intensiv weisser Inhalt („ein samenartiges Zeug,

viel weisser, als Schnee") ein körniges im Sack abgeschiedenes Secret ist. Was die Structur der Säcke betrifft, so haben sie eine starke (quergestreifte) Musculatur, man sieht ferner die Secretionszellen, aber eine Intima fehlt, und hellt man ein Stück des zum Penis führenden Ductus ejaculatorius sammt dem Drüsenpaar in Kalilauge auf, so sieht man schön, wie der starke quergefaltete Intimaschlauch des genannten Ductus zwar an die Basis von jedem Sack heransteigt, aber hier, nachdem er sich der Form des Sackes entsprechend zu einer Art Becher ausgeweitet hat, doch mit scharfer Grenze aufhört. Der Ductus ejaculatorius mündet ein in den Penis (gaîne copulatrice bei Dufour). Dieser, von ungewöhnlicher Form, stellt einen Schlauch dar mit einer unpaarigen in der Mitte befindlichen, und zwei paarigen am unteren Ende abgehenden Aussackungen. An der Verbindung mit dem Ductus ejaculatorius ist der Penis bulbusartig verdickt, die Intima aber, welche in Continuität mit jener des Ductus ejaculatorius den ganzen schlauchartigen Penis auskleidet, und am hinteren Körperende in den Hautpanzer übergeht, hat eine sehr mannichfaltige Sculptur in den verschiedenen Partieen des Schlauches. In den unteren paarigen Aussackungen von safrangelber Farbe (spitzzulaufende blinde Anhänge bei Swammmerdam, a. a. O. Tab. XXI, Fig. Ikk, Pneumophyses ou vessies aérifères bei Dufour, a. a. O. Fig. 53i) bildet sie zellige Erhebungen; im Schlauch selber und zwar im unteren Theil, wird sie zellig-borstig, erzeugt hier auch an einer Seite mehrere stärker verhornte Querfalten (die „fünf Abtheilungen" bei Swammerdam, Tab. XXI, Fig. Ih), weiter nach oben wird die Innenfläche schön papillär; innerhalb des unpaaren sehr gefalteten Anhanges („vermeinte Ruthe" Swammerdam, Fig. Ig, Boursoufiure latérale de cette gaîne, Dufour, Fig. 53g) erscheint die Intima glatt, endlich verdickt sie sich noch innerhalb der bulbusartigen Wurzel des Penis zu mehreren braunen Platten, welche, wenn man sie isolirt vor sich hat, sich von ziemlich grossen, unregelmässigen Oeffnungen durchbohrt zeigen. Nach aussen der Intima des Penisschlauches zieht als Matrix der

Intima eine Haut herum, welche die Structur der äusseren Hülle der Tracheen, verschiedener Drüsengänge etc. darbietet; an dieser Haut sehe ich ferner mit Klarheit, namentlich an den safrangelben Aussackungen einzelne einzellige Drüsen sitzen, bei denen aus einer abgeschlossenen, frei schwebenden Zelle ein feines chitinisirtes Röhrchen heraus führt, nachdem es im Inneren der Zelle mit einigen Schlängelungen begonnen hat.

Bei der Begattung tritt der Penisschlauch wahrscheinlich bis zu dem Bulbus hinauf durch Umstülpung nach aussen, wodurch dann die Intima zur äusseren Cuticula wird.

Auf welche Weise das Umstülpen eingeleitet wird, ist mir noch nicht klar; viel hat eine Erklärung von Leuckart für sich, wonach der Druck der inneren Eingeweide, sowie der in der Leibeshöhle enthaltenen Blutflüssigkeit, und endlich die vollständige Füllung der Luftsäcke im Fluge das Umstülpen des Ruthencanals bewirkt. Allein dabei ist dann noch nicht zu vergessen, dass ja alle diese Bedingungen sich auch sonst bei der im Fluge begriffenen Drohne vereinigen, und doch kein Umstülpen erfolgt. Es scheint nothwendig, anzunehmen, dass dieser Vorgang unter nächster Beeinflussung des Nervensystems steht, wofür auch eine Beobachtung in der Bienenzeitung, Jahrg. 1855, S. 212 spricht. Ein Beobachter erzählt dort, dass, wenn er mit einem scharfen Messerchen den Drohnen den Kopf abschnitt, in demselben Augenblicke die Begattungsglieder hervorschnellten.

7. Ueber die Endigung der Hautnerven.

Ich konnte bereits früher in der Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. III. u. VI. nach Untersuchungen an durchsichtigen Krebsen, einer ebenso pelluciden Insectenlarve und den Rotatorien davon Nachricht geben, dass die Hautnerven vor ihrem Ende gangliöse Elemente in sich aufnehmen, und ausserdem mit Borsten und Haaren des Hautpanzers in nähere Beziehung treten. Es liess sich vermuthen, dass auch bei anderen Insecten die gleichen Verhältnisse wiederkehren,

und ich bin jetzt im Stande, darüber Beobachtungen mitzutheilen.

Zuerst wurde ich gelegentlich der Präparationen der Hautdrüsen im Tarsus von *Telephorus dispar* darauf aufmerksam, dass die Nerven in den Lappen der Tarsusglieder, nachdem sie sich zertheilt haben, in Ganglien anschwellen, von denen die feineren eine einzige Ganglienzelle enthielten, und das bekannte Bild einer bipolaren Kugel wiederholten, oder es umschloss die Anschwellung des Nerven mehrere Ganglienzellen (Fig. 37). Das eigentliche Ende des Nerven nahm immer die Richtung nach der Basis der langen Hautborsten. Die weiche Beschaffenheit des genannten Käfers macht es möglich, dass man sich durch feines Zerschneiden der Tarsuslappen jeden Augenblick von dem Voranstehenden überzeugen kann. Schwieriger ist es, bei hartschaligen Käfern dieses Verhalten der Hautnerven wahrzunehmen, doch sah ich das gleiche bei *Carabus auratus, Lamia textor,* und zwar immer an den behaarten Tarsuslappen, auch im Tarsus eines Orthopteren, der *Locusta viridissima* (allwo ich, nebenher gesagt, Hautdrüsen vermisse) ist dieselbe Endigungsweise der Nerven zu sehen. Auch möchte ich noch daran erinnern, dass man seit Langem beobachtet hat, wie bei den Arthropoden neben den Palpen und Antennen gerade in den Endgliedern der Extremitäten der Gefühlssinn concentrirt sei. Der mikroskopische Nachweis, dass gerade hier die Enden der Nerven gangliös sind, und mit Hervorragungen der Haut in nächste Beziehung treten, giebt der physiologischen Auffassung eine neue anatomische Grundlage.

Ganz besonders aber möchte ich in diesem Punkte die Aufmerksamkeit auf die Mundtheile gewisser Insecten lenken, an welchen die beschriebene Nervenendigung in schönster Weise demonstrirt werden kann. Ich schlage vor Allem die gemeine Schmeissfliege (*Musca vomitoria*) vor, von der ich auch einige Abbildungen (Fig. 35 u. 36) beifüge. Es hat dieses Thier bekanntlich einen Schöpfrüssel, der aus den sehr verlängerten Kiefern und Lippen besteht. Betrachtet man nun zunächst die Aussenfläche des Rüssels an seinem

zweiklappigen schildförmigen Ende, so bemerkt man einen Besatz starker Haare (Fig. 36 a) und sieht ferner unschwer, dass zu jedem Haar heran ein braun pigmentirter Nerv tritt mit gangliöser Anschwellung unterhalb der Basis desselben (Fig. 36 b). Die gangliösen Verdickungen schimmern in dicht gedrängter Weise an dem nicht weiter zerlegten Object als birnförmige, braun pigmentirte Körper deutlich durch die Haut hindurch. Geht man in der Untersuchung weiter, so zeigt sich, dass das braune Pigment nicht der Substanz der Nervenanschwellungen selbst angehört, sondern lediglich dem Neurilemm. Die mit dem Pigment angefüllten Zellen sind meist verästigt, begleiten auch wohl die Nervenstämme streckenweise, ebenso die Tracheen und stehen mit den Zellen des „Fettkörpers“ in Continuität.

Vielleicht noch merkwürdiger verhält sich die eigentliche Saugfläche des Rüssels, oder „die zwei grossen Lippen zum Auflecken der Säfte“. Hier fällt vor Allem auf, dass die Cuticularschicht ein besonderes Canalsystem[1]) oder richtiger Halbringsystem erzeugt (Fig. 35 a), das aus zwei nach hinten zusammenfliessenden Stämmen, und von diesen einseitig sich abzweigenden, gekrümmt nach aussen verlaufenden Aesten zusammengesetzt ist, und es erleidet wohl kaum einen Zweifel, dass in dieses Canalsystem die aufzusaugende Flüssigkeit zunächst wie in die Poren eines Schwammes aufgenommen wird. Es erinnert das Canalsystem in morphologischer Beziehung an das sogenannte Seitencanalsystem von *Chimaera monstrosa*, und gleichwie dort kalkige Stützen in Form von Halbringen das Lumen des Canals immer offen erhalten, ohne es nach der freien Seite hin abzuschliessen, weshalb es eben

1) Dieses Canalsystem ist so markirt, dass es auch anderen Beobachtern nicht entgehen konnte, aber nach seiner wahren Natur verkannt wurde. Man hielt die Canäle für Tracheen, die „eine kammartige Anordnung besitzen“ und Bergmann-Leuckart (Vergleichende Anatomie und Physiologie S. 447) suchten den physiologischen Grund des „grossen Reichthums der (vermeintlichen) Tracheen“ an diesem Ort darin, dass sie den zweiklappigen Apparat des Rüssels aufzublähen und gehörig auszubreiten hätten.

nach seiner ganzen Verbreitung eigentlich nur eine tiefe Rinne bildet, so werden auch hier bei der Schmeissfliege die Canäle durch tiefdunkle, verdickte Chitinstreifen der Cuticula in ihrer Form gewahrt. Die Canäle sind an der freien Seite der Saugscheibe offen, indem jeder Schenkel des Chitinhalbringes gablig getheilt für sich plötzlich aufhört, ohne die Zinken des gegenüberstehenden zu erreichen. Es kommt so eine feine Längsspalte oder Oeffnung des Canals zu Stande, die aber nicht geradlinig verläuft, sondern wegen des alternirenden Gegenüberstehens der Endgabeln in einer Wellenlinie. Zwischen den bezeichneten dunkelgeringelten Canälen bemerkt man in den hellen Zwischenräumen einzelnliegende kleine Höcker (Fig. 35c), welche in mehrere Spitzen enden, man könnte sie auch sehr kurze mehrzackige Dornen nennen. Hat man sich soweit von der Beschaffenheit der Aussenfläche der Saugscheibe unterrichtet, so betrachte man die Innenfläche derselben, wobei man zunächst finden wird, dass unter der Cuticula die gewöhnliche zarthäutige Matrix nicht fehlt, wohl aber sich leicht abhebt, und den Bau der äusseren Haut der Tracheen, der Drüsenausführungsgänge, der Umhüllungen chitinisirter Sehnen etc. hat. Nun fasse man weiter den zur Saugscheibe gehenden Nerven (b) in's Auge, und man wird unschwer erblicken, dass der für eine Seitenhälfte der Scheibe bestimmte Nerv nach aussen zahlreiche Aeste abgiebt, wovon jeder die Richtung nach den erwähnten kleinen, gezackten Dornen der Cuticula nimmt, um daselbst zu enden, zuvor aber ohne Ausnahme ein Ganglion bildet. Auch dieser Nerv ist zum Theil braun pigmentirt, und besitzt begleitende Tracheen. Wurde das Präparat möglichst wenig gezerrt, so stellt sich auch dar, dass die Nervenäste von dem Stamm regelmässig abgehen, um querherüber die Höcker der Cuticula zu erreichen. Bei der ersten Untersuchung wird man immer nöthig haben, den Rüssel in seine einzelnen Theile zu zerlegen, später aber sieht man die wesentlichen der beschriebenen Verhältnisse an dem einfach abgeschnittenen und nicht weiter zerstückten Rüssel, na-

mentlich sehr klar das Herantreten und Endigen der Nerven an den mehrzackigen Dornen.

Was ich hier von der *Musca vomitoria* mittheilte, sehe ich auch bei *Sarcophaga carnaria* und bei *Musca domestica*, nur sind bei letzterer die Cuticularverdickungen der geringelten Canäle der Saugscheibe nicht tiefschwarz, sondern braun. Von verwandten Thieren habe ich ferner die Viehbremse (*Tabanus bovinus*) angesehen, bei der sich in der Hauptsache dasselbe zeigt, nur schien es mir, als ob hier die Nervenäste nicht gesondert zu ihrer Endigungsstelle verliefen, sondern sich vorher geflechtartig verbinden. Die Saugröhren sind braun, fein quergeringelt, überhaupt in ihrer Sculptur einfacher als bei den genannten Fliegen. Bei *Tipula oleracea* lässt sich ebenfalls sowohl das System der quergeringelten Röhren erkennen, als auch die ganglionäre Nervenendigung an Höckern der Cuticula, doch ist alles viel zarter, als bei den Fliegen und der Bremse; dann besah ich mir noch *Syrphus balteatus*, an dessen Rüssel die Nerven auf analoge Weise endigen; die Cuticularverdickungen der Saugröhren sind auch hier von anderer Zeichnung, als bei *Musca* und *Sarcophaga*.

Alle Beachtung verdient auch ferner die Zunge der bienenartigen Hymenopteren, wie ich nach Zergliederung des *Bombus lapidarius* hervorheben möchte. Dies Organ hat aussen gelbe Cuticularringe, und ebenso gefärbte lange Haare. Spaltet man die Zunge der Länge nach, so gewahrt man unter der Cuticula eine plattzellige häutige Matrix, dann aber kommt ferner zur Ansicht, dass jede Zungenhälfte von einem Nerven versorgt wird, der, indem er von der Wurzel bis zur Spitze der Zunge herabläuft, auf diesem ganzen Wege eine Menge von Zweigen entsendet, wovon jeder mit einer ganglio̊sen Anschwellung an der Basis der gelben Haare endigt. Den Nerven begleiten Tracheen.

Ueber Nervenendigungen in Antennen der Insecten lassen sich keine solche scharfen Bilder gewinnen, als von obigen Objecten gerühmt werden konnte. Beim Maikäfer z. B. zeigt die Oberfläche der Blätter der Antennen vor Allem

eine zellige Zeichnung, und innerhalb jeder der rautigen Abgrenzungen eine stark trichterförmige Eintiefung, deren obere Oeffnung als ein weiter Ring, und die untere Oeffnung als kleiner runder Fleck sich repräsentirt. Betrachtet man darauf die Innenfläche der Cuticula, so stellt sich heraus, dass der zuletzt erwähnte Fleck im Grunde des Trichters die Mündung eines starken Canales ist, zugleich sieht man aber auch, dass zwischen den weiten Canälen noch äusserst feine, nur in der Form dünner Strichelchen sich darstellende Porencanäle zugegen sind. Die Masse nun, welche sich zwischen der ein Antennenblatt bildenden Hautduplicatur findet, besteht, abgesehen von Tracheen, aus Nerven, welche sich in ein Lager blasskörniger Zellen verlieren. Letztere nehmen ihren zelligen Charakter viel besser in Präparaten, welche der Einwirkung von Kali bichrom. ausgesetzt waren, an, und scheinen mir die Bedeutung terminaler Ganglienkugeln zu haben. In ähnlicher Weise sehe ich in den Endkolben der Antennen von *Dermestes lardarius* eine dichte Masse kleiner Zellen vom Habitus der Ganglienkugeln, und nicht minder tritt in den Antennen der Schmeissfliege (*Musca vomitoria*) der starke Nerv dieses Organes in eine kleinzellige ganglionäre Masse, ohne dass es jedoch möglich wäre, eigentliche Detailstudien über das nähere Verhalten anzustellen.

8. Malpighische Gefässe.

Ich habe an einem anderen Orte[1]) ausgesprochen, „dass in den Malpighi'schen Gefässen der Insecten ausser dem Harn noch ein anderes Secret, und wahrscheinlich ein Art Galle abgeschieden werde.“ Die Malpighi'schen Gefässe können darnach von zweierlei Art sein, und sich alsdann in gelbliche Gallengefässe und weisse Harngefässe scheiden, wie es z. B. bei der Maulwurfsgrille der Fall ist, oder ein und derselbe Canal liefert die beiderlei Secrete, repräsentirt also Niere und Leber zusammen. Zu den Insecten, bei denen

1) Lehrbuch der Histologie. S. 475.

das letztere deutlich hervortritt, rechne ich nach weiteren Untersuchungen folgende zwei Arten: *Cicindela campestris*, bei der eine dunkelviolette Substanz, und eine weisse abgesondert wird, erstere häufiger in den Enden der Malpighi'schen Gefässe, letztere mehr in den Partien, welche der Einmündung in den Darm zunächst liegen. Ebenso kommen bei *Tabanus bovinus* zweierlei Stoffe in einem und demselben Malpighi'schen Canälchen vor, und darnach ist das blinde Ende intensiv gelb, während weiter nach unten eine ebenso lebhaft weisse Farbe auftritt.

Aus den bisher über das terminale Verhalten der Malpighi'schen Canäle publicirten Abbildungen ergiebt sich, dass dieselben entweder, und dies scheint das gewöhnlichere zu sein, für sich blind endigen, oder zweitens, dass immer ein paar Canäle bogenförmig in einander übergehen. Es gesellt sich dazu eine dritte Endigungsweise, indem ich bei einem männlichen *Acilius sulcatus* ganz zweifellos sah, wie vier solcher Canäle am Ende in einander überbiegen, so dass zwei im Kreuz gestellte Bogen mit einander verwachsen sich zeigten. Die Untersuchung mit starker Vergrösserung wies jeden Verdacht, dass die Bogen etwa nur über einander lägen, ab, man konnte mit aller Deutlichkeit die Continuität der Tunica propria und der Zellen verfolgen, auch war der Knotenpunkt zu einer verbreiterten Stelle geworden.

Da ich früher[1]) über die Malpighi'schen Gefässe der Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris*) speciellere Mittheilungen gebracht habe, so will ich nachtragen, dass der gemeinsame Stiel, mit dem bei diesem Thier der Büschel der betreffenden Canäle in den Darm einmündet, und bei Dufour[2])

---

1) a. a. O. S. 472, Fig. 232.

2) Recherches sur les Orthoptères Pl. 2, Fig. 19. Nebenbei möchte ich mit Bezug auf die zwei verästelten kleinen Organe, welche auf derselben Fig. 19, sub ff zu sehen sind, und von Dufour „analogue à la rate" erklärt werden, bemerken, dass die Secretionszellen der verästelten Schläuche von hellem Aussehen sind, die Tunica propria

schön abgebildet erscheint, eine starke aus quergestreiften Ringmuskeln bestehende Umhüllung hat. Die Zellenlage darunter ist nicht dick, die nach innen den Canal begrenzende Intima springt nun deutlich in die Augen. Die Musculatur des gemeinsamen Ausführungsganges erstreckt sich nicht auf die Secretionscanäle selber, diesen fehlen gewiss contractile Elemente in der Wand, wobei ich überhaupt erwähnen darf, dass wohl selten die Malpighi'schen Canäle besondere zu ihrer Zusammenpressung dienende Muskeln besitzen mögen. Mir sind eigentlich bis jetzt nur die fraglichen Organe vom Bombardierkäfer aufgefallen, an dessen Malpighi'schen Gefässen ich um die Tunica propria herum Ringmuskeln gesehen zu haben glaube. Sie waren sehr schmal, standen in ziemlicher Entfernung auseinander, und markirten sich vor Allem dadurch, dass man an den Rändern des Canales in Abständen rundliche, helle Knötchen (die Muskelreifen im Querschnitt) unterschied.

9. Zum Bau der Tracheen.

Die Intima oder die chitinisirte Innenhaut der Tracheen zeigt mancherlei Sculpturen in ähnlicher Weise, wie die Cuticula der äusseren Haut und die Intima der Drüsengänge durch verschiedene Figuren bildende Erhebungen und Vertiefungen der freien Fläche ausgezeichnet ist. Die gewöhnlichste „Sculptur“ der Tracheen von Insecten ist die, dass die Innenhaut ringförmig nach innen vorspringt, wodurch der sogenannte Spiralfaden erzeugt wird. Ausser der spiralen Verdickung können noch secundäre Vorsprünge zugegen sein, wovon ich Beispiele an einem anderen Orte[1]) namhaft gemacht habe. Es wurde dort unter Anderem von den blasigen Erweiterungen der Tracheen bemerkt, dass der Spiralfaden“ sich so modificirt habe, dass anstatt desselben zickzackförmig verlaufende Hauptverdickungen, und dazwischen

---

eine innere scharf gerandete Lage zeigt (eigentliche T. propria) und nach aussen, allwo sie die Tracheen führt, heller und weicher ist. Muskeln fehlen.

1) Lehrbuch der Histologie S. 387.

zahlreiche kleinere Septen zugegen seien, wodurch die Innenfläche der Blase ganz gitterartig wird. Eine weitere typische Modification dieser Bildung treffe ich an den Tracheenblasen der Biene, und zwar z. B. an denen, welche den männlichen Geschlechtsapparat umstricken. Hier zeigt die Intima der zu Blasen ausgeweiteten Tracheen auf den ersten Anblick eine zellige Zeichnung in der Weise, dass jede der unregelmässig polygonalen Abgrenzungen ein dunkleres Centrum und eine lichtere Peripherie darbietet. Sucht man sich von dieser Bildung nähere Rechenschaft zu geben, so gewinnt man die Ueberzeugung, dass die Innenfläche der Intima abermals mit feinen netzförmigen Erhebungen übersäet ist, und diese gruppiren sich um einzelne Centren, so dass eben eine entfernt zellige Zeichnung zu Wege kommt. Dass der Mittelpunkt jeder zelligen Abtheilung dunkler ist, als der Rand, rührt davon her, dass im Centrum die feinen netzförmigen Vorsprünge am dichtesten gehäuft stehen. Auch an cylindrischen Strecken der Tracheen zeigen sich zwischen dem „Spiralfaden" verästigte Erhebungen.

Auf eine andere Form von Auswüchsen der Intima hat Stein die Aufmerksamkeit zuerst gelenkt, indem er Stachelborsten im Inneren der Tracheen von mehreren Käfern erkannte. Solche Stacheln scheinen viel häufiger vorzukommen, als man bisher wusste. Ich habe ihrer (a. a. O.) von *Lampyris splendidula* gedacht, sehe ferner dergleichen Stacheln in starken Tracheen des Kopfes von *Dorcadion lineatum*,[1]) und möchte dazu bemerken, dass der „Spiralfaden" von brauner Farbe ist. Nicht minder sind bei *Leptura* und *Necrophorus* in den Tracheen des Kopfes die Stacheln sehr deutlich. Auch andere Insectenordnungen zeigen diese Eigenthümlichkeit, ich sehe z. B. bei der Stubenfliege (*Musca domestica*) in den Tracheen, welche den Mastdarm umziehen, die gleiche Erscheinung.

Ich möchte, indem ich von den Tracheen der Insecten spreche, nicht versäumen, auf die ganz ausserordentlich feine

1) Dieser Käfer ist hier bei Tübingen im Frühjahr sehr häufig.

Verästigung derselben innerhalb der Flügelmuskeln das Augenmerk zu richten. Ist es schon ein eigenthümlich hübscher Anblick, an den Thoraxmuskeln etwa einer Stubenfliege oder einer Biene, nachdem man eine grössere Muskelpartie aus bezeichneter Localität unter geringer Vergrösserung ausgebreitet hat, zu sehen, wie durch die Art der Vertheilung der dunklen Tracheen die gelbliche Muskelsubstanz in Portionen abgeschieden wird, welche man Primitivbündel nennt, so ist man überrascht, wenn man der letzten Vertheilung der Tracheen innerhalb derselben Muskeln ansichtig wird, was am besten dadurch zu erreichen ist, dass man die Muskeln kurze Zeit, etwa einige Stunden in Kali bichrom. legt, und darauf Kalilauge einwirken lässt. Man gewahrt dann nämlich (natürlich jetzt bei starker Vergrösserung) dass die Endvertheilung zwischen den Primitivcylindern bis zu einem Grad der Feinheit geht, der das Blutcapillarnetz in den Muskeln der Wirbelthiere weit hinter sich lässt, die Tracheen lösen sich vielmehr in ein so zartes und dichtes Netz auf, dass dasselbe nur mit dem von mir erkannten Lückensystem zwischen der fibrillären Substanz anderer Muskeln verglichen werden könnte. Luft sah ich nie mehr in diesen feinsten Netzen, sie waren immer vom hellsten Aussehen.

10. Infusorien im Darmcanal der Insecten.

Aus dem Darmcanal der Insecten sind bekanntlich bereits zahlreiche parasitische pflanzliche Bildungen beschrieben worden,[1]) und es scheint, als ob auch ausser den Gregarinen noch eine Anzahl bisher nicht beachteter Protozoenarten daselbst hausen. Ich habe schon früher[2]) erwähnt, dass ich in den Kammern des Chylusmagen eines lebenden *Pentatoma* dichte Massen von vibrionenartigen, sich bewegenden Wesen angetroffen habe, und bin jetzt im Stande, einen weiteren Beitrag zu liefern. Im Darmcanal einer lebenden, frisch eingefangenen Maulwurfsgrille sah ich nicht bloss eine Unzahl von

1) Vgl. Robin, Histoire naturelle des végétaux parasites, Paris 1853.
2) Lehrbuch d. Histologie S. 337.

stabförmigen Vibrionen, sondern auch kugelrunde Infusorien von der Grösse der Eiterkörperchen, an einer Seite mit einem Büschel schwingender Härchen versehen, und im Innern mit einigen grösseren Körnchen. Wenn ich das Thierchen mit bekannten Formen vergleichen sollte, so besass es noch die meiste Aehnlichkeit mit *Trichodina grandinella* Ehrbg., ohne ganz damit übereinzustimmen. Merkwürdig war mir in beregter Beziehung ferner eine Fliege (*Tabanus caecutiens Linn.*). Ich hatte den Darmcanal aus dem lebenden Thiere unverletzt auf den Objectträger gebracht, und es bot einen eigenen Anblick dar, zu sehen, wie im Inneren Infusorien in solcher Menge durch einander wirbelten, dass man an den Hoden und dessen Inhalt von manchen Thieren erinnert wurde. Als nach dem Einreissen der Darmwand die Geschöpfe mit dem umgebenden Wasser in Berührung kamen, starben sie bald ab. Was die Gestalt dieser „Infusorien" betrifft, so hatten sie Form und Grösse wie viele der „stecknadelförmigen" Zoospermien, indem sie aus einem rundlichen Köpfchen und mässig langem Faden bestanden. Zwischen Kopf und Faden war noch eine schwache Anschwellung sichtbar. Doch besass der Kopf nicht das scharfglänzende Aussehen, wie solches bei Zoospermien gewöhnlich ist, sondern war sehr blass. Bei ihren lebhaften Bewegungen schwammen sie constant mit dem Faden voraus. In dieselbe Gruppe gehören wahrscheinlich die „merkwürdigen Parasiten", welche ich in der Magenflüssigkeit der *Paludina vivipara* fand. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II, S. 165.)

Schlussbemerkungen.

In den voranstehenden Einzelbeschreibungen glaube ich Manches mitgetheilt zu haben, was der Beachtung nicht ganz unwerth ist. Eben so sehr glaube ich aber auch dem einen oder anderen Leser einen Gefallen zu erzeigen, wenn ich hier am Schlusse eine Art Wegweiser durch das Detail oder eine Art Inhaltsverzeichniss anfüge, in welchem nicht nur manches, was zerstreut liegt, zusammengefasst wird, sondern auch die Beziehungen, welche Einzelheiten mit Fragen von

allgemeinerem Interesse haben, besser an's Licht treten können.

1) Alles, was man bisher über das Verhältniss wusste, in welchem bei der Thierwelt die Ausscheidungen zu den Secretionsorganen stehen, nöthigte zu der Annahme, dass zwar das Blut die gemeinsame Quelle sei, aus der das Secret geschöpft werde, dass aber doch das Blut nicht unmittelbar als Ausscheidung hervordringe, sondern dass nur gewisse Bestandtheile dieser Flüssigkeit durch Häute des Organismus durchgelassen werden. Um so mehr möchte es daher von Bedeutung sein, dass, wie oben mitgetheilt wurde, bei manchen Insecten (*Timarcha*, *Coccinella*, *Meloe*) eine noch einfachere und unmittelbarere Art der Absonderung vorhanden sich zeigt, indem der an den Gelenken hervortretende, einstmals gegen Zahnweh, Wasserscheu etc. officinelle Saft, nicht ein Drüsensecret ist, das nur den einen oder anderen Blutbestandtheil mitbekommen hat, sondern es sind echte Blutstropfen, welche aus den Bluträumen geradenweges nach aussen quellen. Es darf als sehr wahrscheinlich angenommen, dass mit der Zeit noch manche andere Ausscheidungen wirbelloser Thiere unter diesen Gesichtspunkt gestellt werden können.

2) Die gewöhnliche Art der Secretion geschieht sonst auch bei den Insecten unter Vermittelung von Zellen, welche nach hergebrachtem Ausdruck als kleine chemische Werkstätten diesen oder jenen Stoff in sich bereiten, wozu es dann, um das Secret aus den Zellen in die ableitenden Wege gelangen zu lassen, mehrerlei Vorrichtungen giebt. Manche Substanzen scheinen auf einfach endosmotischem Wege nach aussen zu dringen durch eine Porosität der Zellenmembran, welche a priori angenommen werden muss, ohne dass sie mit unseren Instrumenten demonstrirt werden kann. Bei vielen Zellen aber, insbesondere solchen, die eine einseitig oder ringsherum verdickte Membran haben, führen aus dem Zellenraume durch die Wand Canäle, welche, gegenüber der hypothetisch angenommenen Porosität, nach ihrer Grösse als wahre Schleusen zu betrachten sind, obschon sie mit Hülfe

unserer besten Mikroskope nur das Bild feiner Striche (Porencanäle) geben. Die einseitig verdickte Membran der Zellen stellt, indem sie zu einem Ganzen zusammenfliesst, eine homogene, den Drüsenraum begrenzende Haut, eine Intima her, und ist in den meisten Drüsen der Insecten ein nur selten fehlender Theil im Bau dieser Organe. Eine solche Intima mangelt z. B. in den accessorischen Geschlechtsdrüsen vieler männlicher Käfer, sie fehlt ferner constant im Hoden, in welchem Organ übrigens auch die Art und Weise, wie die Zellen sich an der Secretion betheiligen, die Bildung einer Intima überflüssig macht. Auch im Eierstock mangelt anscheinend eine Intima, allein von einem allgemeineren Gesichtspunkt aus kann man behaupten, dass sie auch hier zugegen sei, sich aber in dieser Drüse an die Secrete, d. h. die Eier, anlege, und mit denselben die Eierstocksröhren verlasse. Die Schale des Insecteneies kann nämlich nach ihrer Entstehung und übrigen Eigenschaften durchaus der Intima der Drüsen verglichen werden. — Dass die Intima der Drüsen im Insectenleib, verschieden dick, stärker oder schwächer „chitinisirt" sei, ist von untergeordneter Bedeutung, am mächtigsten sah ich sie, vorausgesetzt, dass man sich nur an die eigentlichen Drüsen, und nicht an die Ausführungsgänge hält, in der Giftdrüse der Honigbiene, wo sie dann auch Schichtungslinien zu erkennen giebt. Eben so theilt sie mit anderen Cuticularbildungen die Eigenthümlichkeit, dass ihre freie Fläche entweder glatt ist, oder faltige Erhebungen zeigt, oder durch eine feinere Sculptur ausgezeichnet wird, wozu die oben beschriebene Thoracalspeicheldrüse der Ameise als Beispiel angezogen werden mag. In den Ausführungsgängen der Drüsen nimmt die Dicke der Intima zu, und wird oft sehr beträchtlich, auch sind hier Sculpturen eine gewöhnliche Erscheinung, ja mitunter sind die Vorsprünge der Intima so eigenartig gestellt, dass es den Anschein gewinnt, als läge innerhalb des Intimarohres noch ein zweites Rohr; so z. B. in den Analdrüsen der Laufkäfer.

Ich komme jetzt darauf zurück, dass die Intima in manchen Fällen von feinen Canälchen durchbrochen sich zeigt,

durch welche das Secret aus den Zellen in die Lichtung gelangt, und es gehört bei dieser Einrichtung eine ziemliche Anzahl von Porencanälen jeder einzelnen Zelle zu. Eine, obschon seltenere Abänderung dieser Bildung erblicke ich darin, dass anstatt der zahllosen feinen Porencanäle grössere Löcher in mässiger Anzahl die Intima durchbrechen, um dem Secret einen directen Abfluss zu bereiten. Als Beispiel dient die im Kopf befindliche „untere" Speicheldrüse bei *Apis* und *Bombus*.

In all den Drüsen, welche wir bisher im Auge hatten, waren secernirende Zellen in grösserer Menge so zu einem Ganzen verbunden, dass man dasselbe mit freiem Auge ebenso wie unter Vergrösserungen als eine organische Einheit, als eine Drüse schlechthin auffasst. Nun aber giebt es eine Reihe von Fällen, bei welchen die einzelne secernirende Zelle für sich besteht, in gewissem Sinne selbständig ist, und zur Begründung des Begriffes der „einzelligen Drüse" dient. Sehr sprechende Beispiele hierfür sind die Hautdrüsen mancher Käfer, gewisse Speicheldrüsen, von *Bombus*, *Vespa crabro* etc., überall schickt da die einzelne Secretionszelle ihren eigenen Ausführungsgang ab. Gleichwie aber die Natur alle ihre von einander differenten Bildungen durch Uebergangsformen zu vermitteln weiss, so sehen wir auch, dass von der einzelligen Drüse bis zur zusammengesetzten Drüse im Körper der Insecten die mannichfaltigsten Zwischenglieder vorhanden sind, und man im Einzelfall sich verlegen fühlen kann, ob man die Bezeichnung von einzelligen oder mehrzelligen Drüsen in Anwendung bringen soll. Es geschieht nämlich, dass einzellige, ihre volle Selbständigkeit behauptende Drüsen doch durch bindegewebige Brücken zur Bildung einer bestimmten Gruppe zusammengehalten werden, weiterhin werden einzellige Drüsen in verschiedener Anzahl von einer echten Tunica propria so umschlossen, dass sie auf den Rang von gewöhnlichen Drüsenzellen herabgedrückt werden, und sich von diesen nur dadurch unterscheiden, dass jede Zelle immer noch ihren besonderen Gang zur Intima schickt.

Der Beachtung werth sind ferner die Eigenschaften, welche wir am Ausführungsgang der einzelligen Drüsen sehen. Bei anderen Wirbelthieren, z. B. den Anneliden, repräsentirt der Ausführungsgang der entsprechenden Organe einfach eine zum Stiel oder längeren Canal ausgezogene Fortsetzung der Zelle. Bei den Insecten sind mir bisher als analoge Drüsen nur jene beutelförmigen Zellen aus den Tarsuslappen von *Telephorus dispar* bekannt geworden, sonst überall hat sich an der Innenfläche des zum Ausführungsgang ausgewachsenen Stieles der Zelle eine chitinisirte Lage — eine Intima im Kleinen — abgeschieden, welche an allen den einzelligen Drüsen wegen ihrer harten, scharf gerandeten weil chitinisirten Beschaffenheit allezeit rasch in die Augen fällt, während die äussere zarte, enganliegende Haut — die Fortsetzung der Zellenmembran — öfters nur mit Schwierigkeit, und nur eine Strecke weit sich verfolgen lässt. Der chitinisirte Gang ist häufig so schmal, dass er auch bei starken Vergrösserungen bloss als einliniger solid scheinender Faden gesehen wird, in anderen Fällen aber im Durchmesser so zugenommen hat, dass man ein Lumen an ihm klar genug unterscheiden kann.

Recht merkwürdig ist insbesondere die Art und Weise, wie der besagte chitinisirte Gang innerhalb der secernirenden Zelle seinen Ursprung nimmt. Er beginnt als blassrandiges, gerades Rohr, so z. B. in den Analdrüsen von *Abax parallelus*, oder als blasser zu einem Knäuel gewundener Canal, Beispiel: obere Speicheldrüse der Arbeitsbiene; oder als ein verzweigtes Wurzelwerk, so in der Giftdrüse der Horniss, in der Kopfspeicheldrüse desselben Thieres, oder der Anfang ist ein, im Allgemeinen gesagt, kolbiger oder lappiger Körper, in welcher Beziehung man z. B. Analdrüsen von *Dyticus* und *Acilius*, von *Trichodes* vergleichen möge. Oefters kommt der Gang aus einer dickwandigen Blase, die den grössten Umfang in der Kopfspeicheldrüse von *Tabanus bovinus* hat.

Ecker ist der einzige Naturforscher, welcher bisher von dieser Wurzelblase des Ausführungsganges und zwar an der

Speicheldrüse der Stubenfliege (in den Icon. phys.) gewusst hat. Er nennt sie, wenn ich mich recht erinnere, „einen problematischen Körper". Die obigen Detailbeschreibungen zeigen, dass die Bildung in den mannichfaltigsten Modificationen eine vielen Insectendrüsen gemeinsame Organisation ist. Aber man wird sich wohl die Frage vorlegen müssen, ob nicht auch bei anderen Abtheilungen der Thierwelt verwandte Structuren zugegen sein mögen. Ich nehme wenigstens keinen Anstand, die Angelorgane in der Haut der Hydren etc. hierher zu stellen, und sie für einzellige Hautdrüsen zu erklären. Man vergleiche z. B. die Scheidendrüsen bei *Dyticus marginalis*, in welchen der chitinisirte Gang noch innerhalb der Zelle jenseits seines kolbigen Anfanges sich mehrfach hin- und herwindet, ehe er austritt, ferner die ähnliche Lagerung des Kernes wie in den Angelorganen, so wird man die Aehnlichkeit kaum in Abrede bringen können. Dass bei den „Angelorganen" das Analogon des Ausführungsganges bei der Function nach aussen hervortritt, bleibt allerdings ein wesentlicher Unterschied. Ferner möchte ich wenigstens vorläufig annehmen, dass das sogenannte Secretbläschen in verschiedenen Drüsen der Mollusken, auch in den Schleimzellen der Epidermis vieler Fische sein Dasein einem ähnlichen Bedürfniss verdankt, als die Blase, aus welcher in den einzelligen Drüsen der Insecten der Ausführungsgang entspringt.

Als eine Zwischenbemerkung mag es gelten, wenn ich darauf aufmerksam mache, dass die Abscheidung chitinisirter Bildungen in's Innere der Zellen schon an und für sich von Interesse ist, da es sonst viel häufiger vorkommt, dass derartige Absonderungen nach aussen von der ursprünglichen Zellenmembran erfolgen, ja ich wüsste im Augenblick aus meiner Erfahrung als einziges hierher gehöriges Beispiel nur die Entstehung des Chitinrohres der feineren und feinsten Tracheen zu nennen, welche ebenfalls im Inneren von Zellen statt hat.

Auch einer anderen Bemerkung, die sich beim Betrachten unserer einzelligen Drüsen aufdrängt, will ich hier nicht ausweichen. Gar manche der beschriebenen einzelligen Drü-

sen sind denn doch kaum minder zusammengesetzt, als gewisse Infusorienformen, die viele Naturforscher ebenfalls für einzellig halten, während wieder Andere sich gegen eine solche Betrachtungsweise erklärt haben. Und in der That, eine Zelle, welche ausser dem Kern und dem gewöhnlichen Zelleninhalt noch besondere scharf abgegrenzte dickwandige Blasen, sowie geschlängelte und verzweigte Röhren zu ihren Bestandtheilen hat, steht in der Zusammengesetztheit ihrer Bildung manchen „einzelligen Infusorien" nicht nur nicht nach, sondern übertrifft sie noch.

Ich habe früher bei einer anderen Gelegenheit[1]) angezeigt, dass in der geschlechtlichen Anhangsdrüse von *Gastropacha pini* die Intima von Löchelchen durchbohrt sei, und jedes dieser Löchelchen nach der Zellenschicht hin in ein kurzes Röhrchen sich verlängere.[2]) Es bedarf wohl kaum des ausdrücklichen Hinweises, dass mit den obigen Mittheilungen nicht nur nachgewiesen wird, dass die Entstehung von Röhrchen aus den Zellen zur Intima sowohl im allgemeinen Bauplan der Insectendrüsen liegt, als auch, dass alle Mittelstufen zwischen einfachem Loch der Intima bis zu einem lang ausgezogenen Röhrchen sich kennen lernen lassen. Als besonders lehrreiche Verbindungsglieder möchte ich die kurzen feinen Röhrchen in der Anhangsdrüse der Elateriden und die kurzen, aber sehr weiten in der accessorischen Drüse von *Eristalis tenax* ansehen.

Die Tunica propria, unter deren Einfluss die Umrisse der Drüsenfollikel und Drüsenschläuche die allermannichfaltigsten Gestalten wiederholen, besteht sehr allgemein aus zwei Schichten, einer äusseren zarten, welche die Tracheen trägt, und einer inneren schärfer gerandeten, welcher die Secretionszellen und einzelligen Drüsen unmittelbar anliegen.

---

1) Lehrbuch d. Histol. S. 545.

2) Aehnlich scheint auch die Structur der Anhangsdrüsen bei *Melophagus ovinus* zu sein, wie aus der Monographie Leuckart's (die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen. Halle 1858) zu entnehmen wäre, obschon sich genannter Forscher darüber nicht bestimmt erklärt.

Jetzt noch einen in's Kurze gefassten Ueberblick bezüglich der oben abgehandelten drüsigen Apparate hauptsächlich nach ihrer Gesammtorganisation.

Die Käfer besitzen über die ganze Haut weg einzellige Drüsen, und nicht minder begleiten solche Organe die Einstülpungen der äusseren Haut in das Scheidenmastdarmrohr. Wie weit ähnliche Hautdrüsen bei den übrigen Ordnungen der Insecten verbreitet sind, bleibt noch zu untersuchen. Ich habe bei Orthopteren (*Forficula, Locusta*) die Drüsen vermisst, aber am männlichen Glied der Biene (Drohne) beobachtet.

Die Analdrüsen der Käfer und Orthopteren (*Gryllotalpa*), die Giftdrüsen der Hymenopteren stellen Complexe einzelliger Drüsen vor. Intima von verschiedenem Umriss, je nachdem Schläuche oder Beeren die Drüsen bilden. Zierliche Verhältnisse, namentlich bei den Carabicinen. Die Röhrchen der Zellen können auch bei der Schlauchform der Drüse zu Büscheln geordnet zur Intima treten. Sculptur im Ausführungsgang bei mehreren (*Brachinus* z. B.) sehr bemerkenswerth.

Mit Ausnahme des bezeichneten Orthopteren, bei welchem um den ganzen Drüsensack ein Muskelgeflecht gelegt ist, enthält der secernirende Theil des Drüsenapparates keine Muskeln, diese erscheinen erst, und zwar in dicker Lage, an dem Behälter, in welchen die ebenfalls der Muskelhaut entbehrenden Ausführungsgänge einmünden. Als eine auffallende Erscheinung muss es bezeichnet werden, dass bei der Biene (Weisel und Arbeitsbiene) auch der Giftbehälter ohne Muskellager ist, während dasselbe Organ bei den nahestehenden Wespen und Hornissen eine starke Musculatur aufweist. — Das Secret der Analdrüsen ist von sehr verschiedener Natur, bei den Lauf- und Wasserkäfern z. B. zeigt dasselbe unter dem Mikroskop eine öllige Beschaffenheit. Ueber das so eigenthümliche Secret bei den Bombardierkäfern Näheres bei Karsten (a. a. O.).

Auch die Speicheldrüsen vieler Insecten sind Aggregate einzelliger Drüsen; jene der Käfer, insoweit die Beob-

schtungen geben, können auf diesen Namen keinen Anspruch machen, hingegen bei den Hymenopteren, Dipteren und Orthopteren finden sich, da hier ein und dasselbe Thier mit mehreren sehr differenten „Speicheldrüsen“ versehen ist, neben den Drüsen gewöhnlicher Art auch solche, welche zu den einzelligen gehören. Contractile Elemente fehlen, wenn ich meine Beobachtungen zur Grundlage dieses allgemeinen Satzes machen darf, im Bereiche der Speicheldrüsen.

Die Anhangsdrüsen des weiblichen Geschlechtsapparates sind ebenfalls mit seltenen Ausnahmen zu den aus einzelligen Drüsen bestehenden Organen zu rechnen. Die erste auf den Bau eingehende Beschreibung gab, was ich hier nachträglich bemerken will, v. Siebold schon vor 20 Jahren. Er sagt (a. a. O. S. 397) „das Ansehen dieses Anhanges (der *Glandula appendicularis*) entspricht ganz einem Absonderungsorgan; derselbe stellt nämlich eine längliche Blase oder einen Blindcanal vor, und wird von zwei Häuten gebildet, von denen die innere derber, als die äussere ist, die äussere Haut besitzt eine unebene Oberfläche, und steht immer von der inneren weit ab, der dadurch entstehende Raum ist von einer blasigen Masse ausgefüllt; häufig bemerkt man ein strahliges Gefüge sich von der inneren Haut aus in jene Masse hineinerstrecken“. Diese Angaben sind durchaus richtig, die „äussere Haut“ ist unsere Tunica propria, die innere derbere“ die jetzige Intima, die „blasige Masse“ dazwischen sind die Secretionszellen, und was das „strahlige Gefüge“ betrifft, welches auch auf der v. Siebold'schen Figur 2 (Taf. XX) zu erblicken ist, so sind damit, wenn auch unvollkommen, die Ausführungscanäle der Zellen gesehen worden. Die „unebene Oberfläche“ der äusseren Haut rührt von Auftreibungen durch die Secretionszellen her, und sind dies die ersten Andeutungen von Follikelbildung.

Die Samentasche (Receptaculum seminis) hat überall den Bau einer Drüse.

In ihrem äusseren Habitus verändert sie sich in den verschiedenen Gruppen der Insecten ausserordentlich; in ihrer einfachsten Gestalt ist sie ein Schlauch, ein andermal birnförmig,

oder sie hat die Form eines gekrümmten Hornes etc.; die an diesem Organ constant vorkommenden Gewebsschichten sind eine Tunica propria, eine Zellenlage und eine Intima. Die Zellenschicht der Samencapsel wird bei v. Siebold als „blasigkörniger Hof“ bezeichnet, der mitunter von Querstreifen dicht durchzogen sei, und darnach schien ihm das erstere Ansehen einen „drüsenartigen“, und im zweiten Fall einen „muskelartigen“ Apparat vorzustellen. Ich glaube diese Unterscheidung insofern berichtigen zu müssen, als v. Siebold höchst wahrscheinlich, die cylindrischen den „Hof“ der Samentasche zusammensetzenden Zellen für Muskelstreifen genommen hat. Der zunächst um die Intima des Receptaculum herumziehende Hof ist immer zellig, und wenn Muskeln da sind, so liegen sie in der Tunica propria. Uebrigens kommen Muskeln nur einzelnen Arten zu, so z. B. Käfern mit stark gebogener Samencapsel, in welchem Falle zwischen den beiden gekrümmten Enden sich deutliche Muskelbündel hinspannen; ich habe ferner Muskeln beobachtet an der Samentasche, und zwar rings um dieselbe bei *Vespa crabro*, *Locusta viridissima*, bei dieser sich auch erstreckend über den Ductus seminalis, an letzterem sah ich auch eine Muskellage bei *Tabanus bovinus*.

Die Frage, ob die Samentasche einen musculösen Ueberzug besitze oder nicht, hat im gegenwärtigen Augenblick eine besondere Bedeutung für jene Naturforscher erhalten, welche die so merkwürdige Beobachtung der Bienenzüchter erklären wollen, dass die Königin im Stande sei, nach Willkür männliche oder weibliche Eier abzusetzen, mit anderen Worten, die einen Eier durch die in der Samentasche aufbewahrten Zoospermien zu befruchten, die anderen unbefruchtet abzusetzen. Es war natürlich, dass man sofort in der Organisation des Receptaculum einen Anhaltspunkt suchte, und daher nach Muskeln sich umsah, welche „nach Willkür“ den Samen in dem Receptaculum seminis zurückhalten, oder aus demselben entleeren könnten. Doch will ein solcher Muskelapparat sich nicht deutlich zeigen.

v. Siebold[1]), der in erster Linie berufen war, seine Stimme abzugeben, sagt, indem er sich zugleich auf seine Beobachtungen von willkürlichen Muskeln an der Samentasche von Käferweibchen bezieht: „auch in der nächsten Umgebung des Receptaculum seminis der weiblichen Bienen sah ich willkürliche Muskeln, ohne jedoch mit Sicherheit angeben zu können, welchen bestimmten Functionen sie zu dienen haben". In der nächsten Umgebung des Receptaculum? Wo ist das? Liegen die Muskeln in der Wand oder sind es Muskeln, welche von irgend einem anderen Theil her zur Samentasche treten? Ich habe weder von den einen, noch den anderen eine Spur beobachtet. Küchenmeister, welcher ebenfalls auf die Beantwortung der obschwebenden Frage eingegangen ist, erklärt, dass in den Wänden der Samentasche keine Muskeln sich nachweisen lassen.[2]) Sollten wir sie dennoch übersehen haben, wie es wenigstens scheinen kann, wenn wir Leuckart über diesen Punkt hören. Seine Worte sind: „es ist wahr, diese (von Küchenmeister geläugneten Muskeln) sind bisher noch nicht aufgefunden, aber sie sind nichtsdestoweniger vorhanden. Freilich bedarf es einer gewissen Assiduität, und einer sorgfältigen Untersuchung, um sich von ihrer Anwesenheit zu überzeugen, nicht bloss, weil sie sehr zart und blass sind, sondern namentlich auch desswegen, weil sie sich zwischen den Tracheen des uns bekannten peripherischen Luftgefässnetzes, dem sie aufliegen, leicht verstecken". Diese fast spitzige Erklärung eines gewandten Naturforschers verursacht mir allerdings einige Beunruhigung, und ich würde, wenn mir Material zu Gebote stände, die Untersuchung sogleich wieder aufnehmen. Allein ich hatte überhaupt nur drei Königinnen zur Zergliederung, und bei der letzten, die lange Zeit in Branntwein gelegen

---

1) Parthenogenesis S. 82.

2) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. III. Bd. Zugleich aber beschreibt dieser Autor besondere Muskeln, Levatores und Retractores, die sich an das obere Ende des Samenganges ansetzen sollen. Ich muss Leuckart vollkommen beistimmen, wenn er sagt, dass solche Muskeln nicht existiren.

hatte, war der ganze Apparat nicht mehr in dem wünschenswerthesten Zustande. Doch habe ich an dem Thier, von welchem ich die beigegebene Figur 32, die Schichten der Samentasche vorstellend, entnahm, nach Muskeln geforscht, und auch gar keine Andeutung hiervon gesehen, während ich z. B. an der daneben liegenden „Schmierdrüse“, die nicht gerade so ohne weiteres in die Augen springenden quergestreiften Muskeln an der Aussenfläche dieses Organes mit Sicherheit wahrnehmen konnte. Immerhin halte ich bezüglich des Samenganges, den ich auf die An- oder Abwesenheit von Muskeln nicht speciell geprüft habe, eine Nachprüfung für nothwendig, um so mehr, als die Muskeln auf einzelne Gegenden des Befruchtungsapparates beschränkt sein können, wie z. B. die der Biene nahe verwandte Horniss lehrt, bei der ich deutliche Muskeln an der Samentasche gesehen habe, während der Samengang bestimmt der Muskeln entbehrt. Uebrigens kann ich, ganz abgesehen davon, dass ich nun einmal an der Samentasche der Biene nichts von contractilen Elementen wahrnahm, nicht unterlassen, auf eine Angabe bei Leuckart hinzudeuten, welche die von ihm beschriebenen Muskeln von vorne herein in einem etwas zweifelhaften Lichte erscheinen lässt. Er sagt nämlich (a. a. O. S. 83), dass die Muskeln der Samentasche dem peripherischen Luftgefässnetz „aufliegen“. Dagegen erlaube ich mir zu bemerken, dass ein derartiges Lagerungsverhältniss sehr ungewöhnlich wäre, denn im Körper der Insecten ist es durchweg Regel, dass die Tracheennetze der Organe zu den Muskelschichten das umgekehrte Verhältniss zeigen, sie liegen nach aussen, die Muskeln nach innen, und schicken erst feinere Verzweigungen zwischen die letzteren. So ist es auch z. B. an der mit Muskeln ausgestatteten Samentasche der Horniss.

Man kann zwar nur in beschränkter Weise von den Bedürfnissen eines Thieres auf die eines anderen schliessen, aber trotzdem lege ich doch einen gewissen Werth darauf, dass, wie aus meinen obigen Mittheilungen hervorgeht, es entschieden viele Insectenweibchen giebt, bei denen weder die Samentasche, noch deren Gang einen musculösen Ueber-

zug besitzt. Es beweist dieses, dass auch ohne die Zuthat eines contractilen Apparates die Zoospermien dennoch in dem Augenblicke hervortreten können, wenn die Befruchtung der zu legenden Eier es erheischen sollte. Aber nach meiner Meinung bedarf es bei der Biene auch ferner nicht einmal einer besonderen Muskellage am Samengang, um durch Contraction derselben die Communication der Samentasche mit der Scheide auf eine gewisse Dauer, so lange nämlich, als die unbefruchtet bleiben sollenden Drohneneier vorübergleiten, zu unterbrechen. Man betrachte z. B. meine Abbildung der Samentasche von der Horniss, die, wie ich behaupten darf, getreu nach der Natur gefertigt ist. Hier tritt der einer Muskellage entbehrende Samengang zwischen die Muskelbündel der Scheide ein, und es begreift sich leicht, dass durch die Zusammenziehungen der den Samengang zwischen sich durchlassenden und ihn umstrickenden Muskeln dieser stark zusammengedrückt, d. h. von dem Lumen der Scheide abgesperrt werden kann. Ebenso mag es sich bei der Bienenkönigin verhalten.

Die ganze obige Erörterung geht indess von der Annahme aus, dass die Mittheilungen, welche uns von mehreren Seiten her über das Geschlechtsleben der Bienen geworden sind, durchaus richtig sind. Voraussichtlich aber werden in unseren Ansichten über Befruchtung, und was damit zusammenhängt, noch mancherlei Wandlungen stattfinden, und wir mögen wohl thun, erst noch recht viele Einzelheiten im Bau und Leben der Arthropoden kennen zu lernen, ehe wir an eine wirkliche Lösung der in Betracht kommenden Fragen in einem allgemeineren Sinne denken können.

Um nach dieser Abschweifung wieder auf die Structur des Receptaculum seminis der Insecten überhaupt zurückzukommen, so wurde oben bezüglich des „durchsichtigen Hofes" hervorgehoben, dass bei mehreren Arten die ihn constituirende Zellenlage am Grund der Samentasche um vieles schmäler ist, als in der Gegend, wo der Samengang anfängt. (Bei v. Siebold ist solches auch von *Stomoxys calcitrans* a. a. O. Fig. 7 zu sehen.) Dies hat Einfluss auf das Vorkommen

von Röhrchen, welche aus den Zellen in's Innere der Samentasche führen; sie mangeln dann, wo die Zellenlage dünn ist, und treten erst an der Verdickung auf (vergl. oben z. B. *Musca*, *Tipula*). Die Röhrchen haben häufig ganz specifische (nach den Arten verschiedene) Formen. Bei den von mir untersuchten Käfern und Hymenopteren habe ich nichts von solchen Ausführungsgängen der Zellen bemerkt, sondern nur bei Dipteren, Orthopteren und Hemipteren. Obschon der oben genannte Forscher vom Dasein dieser Röhrchen im „Hofe" der Samentasche nichts weiss, so sind sie doch von dem Zeichner der Fig. 4. „das Receptaculum seminis von *Pachymerus marginepunctatus*" bemerkt, und als feine radiäre Striche, welche in das blinde Ende der Intima einsetzen, dargestellt worden. Sollten nicht auch die dichten Querstrichelchen, mit denen Stein (Icones Zootom. von Carus, Taf. XVI) das Receptaculum seminis mit Ausführungsgang von *Acridium biguttatum* zeichnet, unter dem Eindruck fraglicher Röhrchen entstanden sein? Derselbe Forscher giebt (a. a. O. Taf. XII, Fig. 23) eine bildliche Darstellung der Samentasche von *Julus foetidus*, aus der man vermuthen kann, dass auch bei diesem den Insecten allerdings in vielen Punkten nahestehenden Myriapoden das Receptaculum seminis sowohl wie die Anhangsdrüse dergleichen Ausführungsröhrchen besitzen, mit anderen Worten, aus einzelligen Drüsen zusammengesetzt sind. Die scharfen radiären Linien wenigstens, welche man auf der citirten Abbildung bemerkt, sprechen für diese Annahme.

Noch eine andere Betrachtung möge hier Platz finden. Die runde oder ovale Intimacapsel der Samentasche mit ihren bei manchen Arten nur an bestimmten Stellen angebrachten Röhrchen erinnert mich an gewisse Insecteneier, welche vorstehende Mikropylröhren haben; nun ist es sicher, dass die Eischale des Insecteneies auf gleiche Art entsteht, wie die Intima der Samentasche, und ich möchte auch die Meinung äussern, dass die Mikropylröhren eine ähnliche Function haben, wie die Röhrchen an der Intima der Samentasche und anderer drüsiger Apparate, mit anderen Worten, es ist

mir mehr als zweifelhaft, ob die „mehrfachen Mikropylen“ wie sie Leuckart von den Eiern der Schildwanzen und anderer Insecten abbildet, dazu dienen, den Samen in das Ei zu leiten, ich hege vielmehr die Ansicht, dass sie an dem noch im Eierstock befindlichen Ei die zur Ernährung des Eies nothwendigen Stoffe hereindringen lassen, sowie an dem gelegten Ei die Beziehungen des Dotters mit der Aussenwelt unterhalten.

Die Intima der Samencapsel erscheint häufig stark gefärbt, kastanienbraun, schwarzblau etc., woher es denn kommt, dass bei der Herausnahme des Fortpflanzungsapparates diese Organe sofort in die Augen springen, auch zeigt sie gleich anderen Chitinhäuten mancherlei Sculpturen auf. Die Zellen nach aussen von der Intima (der „helle Hof“) haben gewöhnlich einen blassgranulären Inhalt, selten, wie ich dies von *Locusta viridissima* angemerkt habe, einen (bei durchgehendem Licht) ganz dunklen, so dass die Samentasche für die gewöhnliche Beleuchtung lebhaft weiss aussieht. Pigment kann auch (bei *Eristalis tenax* z. B.) in der die Tracheen tragenden Schicht der Tunica propria enthalten sein, und was die Tracheen selbst anlangt, so ist, wie schon oben besonders herausgehoben wurde, die Samentasche der Bienenkönigin durch ein dichtes, aus weiten Röhren bestehendes Netz von Tracheen an ihrer Oberfläche ausgezeichnet.

Die Samentasche der Insectenweibchen, welche sich begattet haben, findet man von Zoospermien erfüllt, welche nach dem Einreissen der Capsel mit einem ganz besonders lebhaften Gewimmel herausquellen, wie ich solches z. B. bei *Tipula* und *Tachina* sah. Leuckart[2]) nahm mehrfach in der Samentasche todter Bienenköniginnen noch bewegliche Samenfäden wahr, und macht dabei die Bemerkung, dass die Beweglichkeit der Bienensamenfäden überhaupt nur schwer er-

---

1) Ueber die Mikropyle etc. bei den Insecteneiern, Müller's Archiv 1855.

2) Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenesis, Frankfurt 1858, S. 78.

lösche, man beobachte sie mitunter noch bei Thieren, die einen Tag lang in schwachem Spiritus gelegen haben. Ich erlaube mir beizufügen, dass diese ausdauernden Bewegungen der Zoospermien innerhalb der Samentasche unter den bezeichneten Umständen wohl bei den Insecten etwas Allgemeines sein mag, so finde ich z. B. an Weibchen von *Locusta*, welche 24 Stunden in Brantwein lagen, die Zoospermien der Samentasche noch in frischester Bewegung.

3) Die Hautnerven, sowie die Sinnesnerven der Arthropoden nehmen an ihrem peripherischen Ende Ganglienzellen in sich auf, und heften sich schliesslich an die Basis von Cuticularfortsätzen fest. Dieses bei genannten Thieren so klar vorliegende Verhalten kann uns auffordern, die Endigung der Hautnerven bei Wirbelthieren, wo sie bekanntlich noch nichts weniger als sicher gestellt, freilich aber auch ungleich schwerer zu verfolgen ist, einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Es ist doch gar nicht so unwahrscheinlich, dass auch bei Wirbelthieren ein Aufhören der Hautnerven in zellige Elemente, wie solches bei Wirbellosen ganz zweifellos gesehen wird, noch nachweisbar wird.

4) Die Mittheilungen über die Malpighi'schen Gefässe beziehen sich auf die Endigungsweise, auf das Secret und die contractilen Elemente dieser Röhren, sowie die Angaben über die Tracheen sich über die Sculptur der Intima und über die ganz ungewöhnlich feine Verästigung innerhalb der Flügelmuskeln verbreiten.

5) Der Anhang über die Infusorien im Darmcanal der Insecten mag vielleicht dazu beitragen, diesem noch wenig erforschten Theil der einheimischen Fauna eine gelegentliche Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Tübingen, im October 1858.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrösserung aller Figuren ungefähr 330 Mal.

Taf. 2.

Fig. 1. Hautdrüsen von *Dyticus marginalis*.

Fig. 2. Hautdrüsen von *Hydrophilus caraboides*.

a) Cuticula der Haut von Canälen durchsetzt,

b) die einzelligen Drüsen.

Fig. 3. Aus der Scheide des *Dyticus marginalis*.

a) Cuticula,

b) einzellige Drüsen.

Fig. 4. Aus der Scheide des *Carabus auratus*.

a) Cuticula mit Haaren,

b) einzellige Drüsen.

Fig. 5. Hautdrüsen von *Lamia textor*.

Fig. 6. Aus der Scheide des Maikäfers,

a) Cuticula und zellige Matrix derselben,

b) einzellige Drüsen.

Fig. 7. Drüsen aus der Scheide von *Timarcha coriaria*.

Fig. 8. Theil der Analdrüse von *Acilius sulcatus*, die obere dunklere Partie im frischen Zustande, die untere hellere nach Einwirkung von Kalilauge.

a) Tunica propria,

b) Tracheen,

c) Secretionszellen,

d) Tunica intima,

e) die Ausführungsröhrchen der Zellen mit verdickter und specifisch geformter Wurzel.

Fig. 9. Theil der Analdrüse von *Dyticus marginalis*; die obere dunkle Partie im frischen Zustande, die untere hellere nach Einwirkung von Kalilauge.

a) Tunica propria,

b) Secretionszellen,

c) Tunica intima,

d) die Ausführungsröhrchen der Zellen mit verdickter und specifisch geformter Wurzel.

Fig. 10. Analdrüse von *Trichodes alvearius*, die dunkle Seite im frischen Zustande, die helle nach Kalibehandlung.

a) Secretionszellen,

b) die Blase innerhalb der Zelle mit der verdickten Wurzel des Ausführungsganges.

Fig. 11. Theil der Analdrüse von *Brachinus crepitans*.

a) Follikel im frischen Zustand und von oben angesehen,

b) nach Kalilauge, wobei die Intima sammt den Röhrchen deutlich geworden ist,

c) gemeinsamer Ausführungsgang, aus dessen Innerem ein scheinbar zweiter Canal hervorsieht.

Fig. 12. Stück der Intima vom Ausführungsgang der vorigen Figur. Die spiralige Leiste im Inneren erzeugt, wenn man sich den Canal zusammengeschoben denkt, den anscheinenden zweiten Chitincanal der Fig. 11.

Fig. 13. Theil der traubigen Analdrüsen von *Carabus auratus*; die zwei dunklen Beeren im frischen Zustande, und zwar die eine mehr von der Oberfläche, die andere mehr im Querschnitt gezeichnet; die vier hellen Beeren nach Einwirkung von Kalilauge.

a) Trachee, welche sich auf der Tunica propria verzweigt,
b) Secretionszellen,
c) Röhrchen, welche aus den Zellen heraus und in den gemeinsamen Ausführungsgang leiten,
d) äussere Haut des Ductus communis.
e) Querschnitt der Intima,
f) Innenfläche der Intima.

Fig. 14. Follikel von der Analdrüse des *Abax parallelus*.

a) Secretionszellen,
b) Intima mit den Röhrchen.

Fig. 15. Theil der Analdrüse von *Gryllotalpa vulgaris*; die folliculäre Partie im frischen Zustande, die nicht folliculäre nach Kalilauge.

a) Tunica propria,
b) Secretionszellen,
c) Röhrchen derselben,
d) Tunica intima,
e) Muskeln.

Fig. 16. Theil der Giftdrüse von der Bienenkönigin, die untere Partie im frischen Zustande, die obere nach Kalilauge;

a) Tunica propria,
b) Secretionszellen,
c) Röhrchen derselben,
d) Tunica intima.

Fig. 17. Von der Giftdrüse der Horniss (*Vespa crabro*);

a) Tunica propria,
b) Secretionszellen,
c) Röhrchen derselben,
d) Tunica intima.

Fig. 18. Zwei Follikel der im Thorax gelegenen Speicheldrüse der Horniss.

Der linke Follikel im frischen Zustande, der rechte mit Kalilauge

behandelt; in letzterem sieht man den (bis zu den Secretionszellen) sich verzweigenden Ausführungsgang.

Fig. 19. Von der im Rüssel gelegenen Speicheldrüse der *Musca vomitoria*;

a) Kern der Secretionszellen,

b) der blasige Anfang des Ausführungsröhrchens.

Fig. 20. Die im Kopf gelegene obere Speicheldrüse von *Formica rufa*;

a) Secretionszellen;

b) Ausführungsgang der Zellen,

c) gemeinsamer Ausführungsgang.

Tafel 3.

Fig. 21. Theil der im Kopf gelegenen vorderen Speicheldrüse der Arbeitsbiene; der Follikel rechts im frischen Zustande, der Follikel links nach Kalilauge;

a) Tunica propria,

b) Secretionszellen,

c) Ausführungsgänge,

d) gemeinsamer Ausführungsgang.

Fig. 22. Theil der im Kopfe gelegenen unteren Speicheldrüse der Arbeitsbiene; der Follikel rechts im frischen Zustande, der Follikel links nach Kalilauge;

a) Tunica propria,

b) Secretionszellen,

c) Tunica intima,

d) Löcher in derselben.

Fig. 23. Von der im Thorax gelegenen Speicheldrüse der Arbeitsbiene; der gegabelte Follikel rechts im frischen Zustande, der übrige Drüsenschlauch nach Behandlung mit Kalilauge;

a) Tunica propria,

b) Secretionszellen,

c) Tunica intima.

Fig. 24. Von der im Kopfe gelegenen oberen Speicheldrüse des *Bombus lapidarius*;

a) Secretionszellen,

b) die sie verbindenden bindegewebigen Fäden,

c) die Ausführungsgänge der Zellen,

d) der gemeinsame Ausführungsgang.

Fig. 25. Theil der im Kopf gelegenen Speicheldrüse der Horniss (*Vespa crabro*);

a) Secretionszelle im frischen Zustande; die zwei anderen nach Kalilauge;

b) die Verbindungsfäden der Zellen,

c) das Ausführungsrohr der Zelle mit seiner verzweigten Wurzel.

Fig. 26. Von der im Rüssel gelegenen Speicheldrüse der Viehbremse (*Tabanus bovinus*);

a) Kerne der Secretionszellen,

b) Blase, aus welcher der Ausführungsgang kommt,

c) Ausführungsgang selbst.

Fig. 27. Samentasche (Receptaculum seminis) der Stubenfliege (*Musca domestica*);

a) Secretionszellen,

b) Ausführungsröhrchen derselben,

c) die dunkelgefärbte Intima.

Fig. 28. Von der accessorischen Geschlechtsdrüse (Anhangsdrüse) der Stubenfliege.

Partie rechts im frischen Zustande, man sieht in jeder Zelle ausser dem Kern noch einen blasigen Körper, aus welchem ein Röhrchen kommt.

Partie links nach Kalilauge: die Intima ist nebst den Ausführungsröhrchen und deren Wurzel noch sichtbar.

Fig. 29. Samentasche (Receptaculum seminis) von *Eristalis tenax* nach Kalilauge;

a) Tunica propria mit den Tracheenverzweigungen,

b) Tunica intima mit den an sie herantretenden Ausführungsröhrchen der Zellen, welch letztere in dem genannten Reagens aufgelöst wurden.

Fig. 30. Von der accessorischen Geschlechtsdrüse (Anhangsdrüse) der weiblichen *Eristalis tenax*.

Man sieht als zarte äussere Contour die Tunica propria, und um vieles schärfer gerandet die Tunica intima, welche sich nach den (nicht mehr vorhandenen) Zellen hin zu kurzen weiten Röhrchen ausbuchtet.

Fig. 31. Von der Anhangsdrüse am Geschlechtsapparat eines weiblichen *Liophloeus nubilus*;

a) Secretionszellen,

b) Röhrchen derselben,

c) Intima des Drüsenschlauches.

Fig. 32. Hälfte der Samentasche der Bienenkönigin;

a) der Tracheenüberzug,

b) die Zellenschicht,

c) die Intima,

d) Stück der Anhangsdrüse.

Fig. 33. Der ganze Befruchtungsapparat (Samentasche, Samengang, Anhangsdrüsen) der Horniss (Arbeiter);

a) die Muskeln der Samentasche im Querschnitt,

b) die Zellenlage,

c) die Intima,
d) die Anhangsdrüse,
e) die musculöse Wand des gemeinsamen Eierganges.

Tafel 4.

Fig. 34. Der Befruchtungsapparat der Arbeitsbiene.
a) Samentasche und Samengang (man sieht den zelligen Hof und die chitinisirte Intima);
b) die Anhangsdrüsen, wovon die eine sehr verkümmert ist und nicht mehr durch ihren Gang mit der Samentasche zusammenhängt.

Fig. 35. Von der linken Lippe des Saugrüssels der *Musca vomitoria*. Es ist die innere Fläche dargestellt, und die zellig-häutige Matrix der Cuticula wurde weggelassen.
a) das System der dunkelgeringelten Saugcanäle.
b) der Nerv, welcher an der Lippe endet,
c) die Dornen der Cuticula, an denen das eigentliche Ende der Nervenzweige sich findet.

Fig. 36. Von der Aussenfläche des Rüsselendes der *Musca vomitoria*;
a) Cuticula mit starken Haaren und feinem Haarbesatz dazwischen,
b) der unterhalb der Haare gangliös aufhörende Nerv. Das Pigment, welches in natura den Nerven zum Theil umhüllt, wurde weggelassen.

Fig. 37. Vom Tarsuslappen des *Telephorus dispar*;
a) Haut mit dem Haarbesatz,
b) der Nerv,
c) einzellige Hautdrüsen.

Ueber die Vergrösserung der Mikroskope, und über den optischen Einfluss der zwischen Object und Objectiv enthaltenen Substanzen.

Von

Francis Place.

Die Vergrösserung der Mikroskope bestimmt sich bekanntlich durch einen Bruch, dessen Zähler diejenige Grösse ist, welche das Object haben müsste, um aus 8 pariser Zoll Entfernung dem Auge unter demselben Sehwinkel zu erscheinen, wie das im Mikroskope gesehene Bild, —; während der Nenner einfach die wahre Grösse des Objectes ist. —

Verwirrung entsteht häufig dadurch, dass neben der, an sich vollkommen passenden, Normaldistanz von 8 pariser Zollen noch andere zwischen 6″ und 12″ liegende Längen im Gebrauche sind; auch wird manchmal eine Verdoppelung als einfache, eine Verdreifachung als zweifache Vergrösserung bezeichnet, was nach der gegebenen Definition unstatthaft ist. —

Da bei Betrachtung eines Glas-Mikrometer's der Nenner bekannt ist, so hat man nur den Zähler zu ermitteln, was am besten durch Abzeichnung des Bildes und Messung der Zeichnung geschieht. Die Zeichnung wird mit Hülfe der Camera lucida oder durch gleichzeitige Anwendung beider Augen gefertigt; im letzteren Falle ist es ein praktischer Kunstgriff, das Mikrometer so zu drehen, dass dessen einzelne Theilstriche mit der Verbindungslinie der Augen parallel laufen. Es sei nun in beiden Fällen:

Theilstrich-Distanz auf dem Mikrometer . . = d } beliebige
Theilstrich-Distanz auf der Zeichnung . . = D } Einheit.
Lichtweg vom Papier bis zum Kreuzungspunkte im Auge . . . . = ω (par. Zolle)
so ist die Vergrösserung des Mikroskopes M:

$$M = \left(\frac{D}{d}\right) \cdot \left(\frac{8}{\omega}\right). \qquad \text{(I)}$$

Man pflegt wohl auch durch ein, in das Ocular eingelegtes, Ocular-Mikrometer die Vergrösserung direct zu messen, welche die Theilstrich-Distanz des betrachteten Object-Mikrometer's durch Objectiv und Collectiv zusammen erfährt, und diese Vergrösserung mit der zu multipliciren, welche das oberste Ocularglas (als Loupe) leistet. Das Product von Objectiv-Vergrösserung und Ocular-Vergrösserung ist die Gesammt-Vergrösserung des Mikroskopes.

Andere Methoden übergehend, wenden wir uns sofort zur theoretischen Bestimmung der Vergrösserung.

Es sei zunächst eine einfache Loupe gegeben, man soll die von ihr bewirkte Vergrösserung bestimmen.

Es sei:

- a . . . die Brennweite der Loupe, vom optischen Centrum aus gemessen,
- g . . . die Distanz des betrachteten Gegenstandes vom optischen Mittelpunkte der Loupe,
- b . . . die Distanz des von der Loupe bewirkten Bildes von demselben Punkte,
- G . . . die wahre Grösse des Gegenstandes,
- B . . . die Grösse des Bildes,

so ist nach den bekannten Gesetzen:

$$b = \frac{g \cdot a}{g - a}. \qquad \text{(II)}$$

Wird die Loupe, als Vergrösserungsglas, zur Hervorbringung eines virtuellen Bildes angewandt, so ist $a > g$, und man hat:

$$b = \frac{a \cdot g}{a - g}, \qquad \text{(III)}$$

und:

$$B = G \cdot \frac{b}{g} = G \cdot \left(\frac{b + a}{a}\right). \qquad \text{(IV)}$$

Es sei nun ferner:

n . . . die Normaldistanz, also 8 pariser Zolle,

p . . . die persönliche Sehweite des jedesmaligen Beobachters,

k . . . die Distanz des opt. Centr. der Loupe vom Auge,

wobei alle 3 Längen vom Kreuzungspunkte im Auge an gerechnet werden, so ist begreiflich, dass man g so lange ändern wird, bis das Bild in der persönlichen Sehweite erscheint, also bis $(b + k) = p$ ist. Setzt man dies in Formel (IV) ein, so hat man:

$$B = G \cdot \left(\frac{p - k + a}{a}\right).$$

Diese Grösse, wie in Formel (I) aus der Distanz p auf die Distanz n reducirt, giebt die auf n(8″) reducirte Bildgrösse B'

$$B' = G \cdot \left(\frac{p - k + a}{a}\right) \cdot \frac{n}{p}.$$

Da nun die Vergrösserung L der Loupe $= \frac{B'}{G}$ ist, (nach der angegebenen Definition) so ist:

$$L = \left(\frac{p - k + a}{a}\right) \cdot \frac{n}{p}. \tag{V}$$

Wollte man $p = n$ setzen, so wäre das schon ungenau genug, die Annahme: $k = 0$ hingegen ist völlig unerlaubt. Da k das negative Zeichen hat, so muss man es möglichst klein machen, doch dürfte es nicht wohl kleiner, als 7—8 Linien anzunehmen sein. Die ein für allemal festzuhaltende Annahme: $k = 8$ Linien, ist sehr zu empfehlen. Setzt man $p = n$ und $k = 0$, so erhält man die gewöhnliche Formel:

$$L = \left(\frac{n + a}{a}\right),$$

welche für die bei Mikroskopen gebräuchlichen Oculare einen Fehler von circa 8 pCt. bewirken kann. Die Formel (V) lässt sich übrigens passender schreiben, indem die Formel:

$$L = \frac{n}{a} + \frac{n}{p}\left(\frac{a - k}{a}\right) \tag{VI}$$

den Einfluss von p und k anschaulicher macht. —

Weit einfacher ist die Berechnung der Objectiv-Vergrösserung. Für das Folgende mögen die Buchstaben k, n, p ihre

Bedeutung behalten, a sei die Brennweite der obersten Ocularloupe, und überdies mögen folgende neue Bezeichnungen hinzutreten:

b ... Brennweite der Collectiv-Linse des Oculares,
c ... „ „ obersten Objectiv-Linse,
d ... „ „ mittelsten Objectiv-Linse,
e ... „ „ untersten Objectiv-Linse,
f ... Distanz der obersten Ocular-Loupe von der Collectiv-Linse,
g ... Distanz des Collectives vom obersten Objectiv,
h ... „ „ obersten Objectives vom mittelsten,
i ... „ „ mittelsten Objectives vom untersten.

Da der Gang der Entwickelung mehr Platz raubend, als schwierig ist, indem er nur aus wiederholten Anwendungen der Formeln II und III besteht, so mögen hier sogleich die Resultate Platz finden:

Man berechnet sich, der Kürze wegen, 4 Hülfsgrössen:

$$w = \left(f - \frac{a \cdot (p-k)}{a+(p-k)}\right)$$

$$x = \left(\frac{b \cdot w}{b-w} + g\right)$$

$$y = \left(\frac{x \cdot c}{x-c} - h\right)$$

$$z = \left(\frac{d \cdot y}{d+y} - i\right)$$

Und findet dann die gesammte Mikroskop-Vergrösserung M aus der Formel:

$$M = \left[\frac{n}{a} + \frac{n}{p}\left(\frac{a-k}{a}\right)\right] \cdot \left[\frac{b-w}{b}\right] \cdot \left[\frac{x-c}{c}\right] \cdot \left[\frac{d+y}{d}\right] \cdot \left[\frac{e+z}{e}\right] \quad \text{(VII)}$$

Das letzte Glied ist die (virtuelle) Vergrösserung durch das unterste Objectiv, bei besseren Instrumenten circa $1^1/_2$; das vorletzte Glied ist die (virtuelle) Vergrösserung durch das mittelste Objectiv, in der Regel circa 2, das drittletzte Glied ist die (physische) Vergrösserung durch das oberste Objectiv (6 — 36); das Glied $\left(\frac{b-w}{b}\right)$ ist die Vergrösserung durch das Collectiv; dies Glied ist in der Regel kleiner als 1 (etwa

$^1/_2$—$^3/_4$) zum Zeichen, dass das Collectiv verkleinert, das vorderste Glied ist die in Formel VI angegebene Ocularvergrösserung. — Hat das Mikroskop nicht 3, sondern nur 2 oder nur 1 Objectiv, so wird das letzte Glied (resp. die 2 letzten) = 1, fällt also fort. Ist das Ocular ein **Ramsden'**sches, (welches, bei mangelhafterer Achromasie und erheblicherer sphärischer Aberration, bei stärkeren Vergrösserungen ein sehr ausgedehntes Gesichtsfeld bietet, und bei dem zwischen Ocularloupe und Collectiv kein Bild zu Stande kommt, und das Collectiv wirklich vergrössert) so bleibt die Formel ungeändert, nur ist alsdann auf die positiven oder negativen Vorzeichen besonders zu achten. Nimmt man das Collectiv aus dem Instrumente (wodurch zwar allerdings die Vergrösserung, aber nie die optische Kraft gesteigert wird), so hat man $f = 0$, $\left(\frac{b-w}{b}\right) = 1$, $z = (g + w)$ und g gleich dem Abstande der Ocular-Loupe vom obersten Objective zu setzen.

Will man nach dieser Formel bei schwächeren Vergrösserungen Bestimmungen machen, so muss man die Abstände und Brennweiten der Linsen mit äusserster Sorgfalt messen, $^1/_8$—$^1/_{10}$ Linie muss mindestens verbürgt werden; weshalb man wohl stets am sichersten gehen wird, mit Object- und Ocular-Mikrometer und der Formel VI die Vergrösserung zu finden. Uebrigens möge hier erwähnt werden, dass das optische Centrum einer plan-convexen Linse da liegt, wo die gewölbte Fläche von der optischen Axe geschnitten wird, also in dem Punkt, in dem die Linse, auf einer horizontalen Ebene ruhend, dieselbe berühren würde.

Als Beispiel möge ein kleines Mikroskop mit 2 Objectiven und etwa 72 facher Vergrösserung dienen, wobei eine persönliche Sehweite von 10 par. Zollen angenommen ist.

$a = 7'''\cdot50$	$f = 15'''\cdot25$	$n = 96'''\cdot00$
$b = 22'''\cdot50$	$g = 32'''\cdot80$	$p = 129'''\cdot00$
$c = 9'''\cdot00$	$h = 2'''\cdot38$	$k = 8'''\cdot00$
$d = 7'''\cdot34$		

$$w = (15'''\cdot 25 - 7'''.03) = 8'''\cdot 22$$
$$x = (12'''.95 - 32'''\cdot 80) = 45'''\cdot 75$$
$$y = (11'''\cdot 20 - 2'''\cdot 38) = 8'''\cdot 82$$

$$\frac{n}{a} + \frac{n}{p}\left(\frac{a-k}{a}\right) = 12\cdot 75$$
$$\left(\frac{b-w}{b}\right) = 0\cdot 634$$
$$\left(\frac{x-c}{c}\right) = 4\cdot 08$$
$$\frac{d+y}{d} = 2\cdot 20$$

also:

$$M = (12\cdot 75) \times (0\cdot 634) \times (4\cdot 08) \times (2\cdot 20)$$

$(0\cdot 634) \times (4\cdot 08) \times (2\cdot 20) = 5\cdot 6908$; wurde mit 2 Mikrometern aus vielen Versuchen bestimmt zu . . . . 5·7387,
also nur um 0·0479, etwa $^4/_5$ pCt., abweichend;
endlich $M = 72\cdot 56$.

Dieser Werth: 72·56 (= 12·75 × 5·6908) und der etwas genauere, mit den Mikrometern bestimmte: 73·17(= 12·75×5·7387) sind so nahe übereinstimmend, dass der Unterschied verschwindet, hätte man aber die Vergrösserung der Ocularloupe nach der allgemein üblichen Formel

$$L = \frac{n+a}{a}$$

bestimmt, so würde man $L = 13\cdot 8$, und somit $M = 78\cdot 7$ gefunden haben, etwa 8 pCt. zu gross.

Da bei stärkeren Vergrösserungen häufig fast der ganze Raum zwischen Object und Objectiv von der das Object umgebenden Flüssigkeit und dem Deckglase eingenommen ist, und die hierdurch bewirkten Verschiebungen im Verhältniss zur kurzen Brennweite des Objectives beträchtlich sind, so war es mir wünschenswerth, diesen Vorgang genauer zu untersuchen.

Ich theile einen einfachen Fall mit, für den die Rechnung

sehr leicht zu führen ist, und der in der Praxis unaufhörlich vorkommt.

Der betrachtete Punkt (a) befinde sich innerhalb einer homogenen Flüssigkeit (F), etwa Wasser, Glycerin etc. (oder auch Luft); — diese Flüssigkeit sei bedeckt mit einem planparallelen Deckglase (G), zwischen diesem und dem achromatischen Objective (O) sei Luft (L).

Der einfacheren Rechnung wegen sei überdies der Punkt a in der optischen Axe des Mikroskopes, und die Ebene des Deckglases auf ihr senkrecht.

Offenbar geht der verticale Lichtstrahl $a\,b\,c\,g$ ungebrochen durch F, G und L hindurch, während ein zweiter Lichtstrahl, der vom Punkte a herkommt, und mit dem ersten den Winkel φ bildet, den gebrochenen Weg $aekl$ zurücklegt, den wir sogleich genauer betrachten werden. Das Objectiv erhält also Lichtstrahlen vom Punkte a in den Richtungen cg und kl, woraus denn folgt, dass der Punkt a um das Stück as gehoben, d. h. dem Objective, genähert erscheint. —

Es soll nunmehr die Art gezeigt werden, in der as von φ abhängt.

Der Kürze wegen werde ausgedrückt durch

d... die Deckglasdicke ($bc = d$)

t... die Tiefe von a in der Flüssigkeit F, ($ab = t$)

h... die Hebung des Punktes a, ($as = h$)

ferner sei:

n ... der Brechungsexponent des Deckglases G (etwa $^3/_2$)

m ... der Brechungsexponent der Flüssigkeit F (Wasser $= {^4/_3}$, Luft $= 1$).

Dann ist:

$$h = d + t - cs$$

$$cs \text{ ist aber} = \frac{ck}{\operatorname{tang} \chi}$$

und

$$ck = ci + ik$$

und weil

$$ci = be = t \cdot \operatorname{tang} \varphi$$

und

$$ik = d \cdot \operatorname{tang} \psi$$

ist, so ist

$$h = d + t - \frac{d \cdot \operatorname{tang} \psi + t \cdot \operatorname{tang} \varphi}{\operatorname{tang} \chi}.$$

Da ferner nach bekannten optischen Gesetzen

$$m \cdot \sin \varphi = n \cdot \sin \psi = \sin \chi \quad \text{ist,}$$

also

$$\sin \psi = \frac{m}{n} \cdot \sin \varphi$$

$$\sin \chi = m \cdot \sin \varphi$$

und weil bekanntlich

$$\operatorname{tg} x = \frac{\sin x}{\cos x} = \sqrt{\frac{\sin^2 x}{1 - \sin^2 x}}$$

so ist

$$\operatorname{tg} \psi = \sqrt{\frac{m^2 \cdot \sin^2 \varphi}{n^2 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}}$$

$$\operatorname{tg} \chi = \sqrt{\frac{m^2 \cdot \sin^2 \varphi}{1 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}}$$

und also

$$h = d + t - \frac{d \cdot \sqrt{\frac{m^2 \sin^2 \varphi}{n^2 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}} + t \cdot \operatorname{tang} \varphi}{\sqrt{\frac{m^2 \cdot \sin^2 \varphi}{1 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}}}$$

welche Formel durch eine ziemlich einfache Verwandlung in die Form übergeht, welche für die numerische Rechnung besonders bequem ist

$$h = d \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{1 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}{n^2 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}}\right) + t \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{1 - m^2 \sin^2 \varphi}{m^2 - m^2 \cdot \sin^2 \varphi}}\right),$$

welches die vollkommen strenge Hauptformel ist. — Liegt das Präparat in Luft (so dass $m = 1$ ist), so ist der zweite Theil stets $= 0$, und nur der erste Theil wirkt.

Bei kleinen Winkeln, bei denen $\sin^2 \varphi$ verschwindend klein ist, vereinfachen sich die Formeln beträchtlich, indem

$$h = d \cdot \left(\frac{n - 1}{n}\right) + t \cdot \left(\frac{m - 1}{m}\right)$$

wird. — Aus dieser Formel (die für schwächere Vergrösserungen und sehr feine Deckgläser dann vollkommen genügt, wenn das Deckglas dem Objecte äusserst nahe ist) ergiebt sich:

1) dass h von φ unabhängig ist, dass also alle von a kommenden Strahlen für das Objectiv von Einem Punkte herzukommen scheinen; dass also überhaupt scharf begrenzte Bilder im Mikroskop entstehen können;
2) dass für den Fall, dass das Object in Luft liegt, und $h = d \left(\frac{n-1}{n}\right)$ ist, die Distanz des Objectes vom Deckglase und des Deckglases vom Objective gleichgültig

ist. Der Gegenstand erscheint um $d \cdot \left(\frac{n-1}{n}\right)$ gehoben, man hat den Tubus des Mikroskopes ebensoviel emporzuwinden, und Alles geschieht genau, als ob kein Deckglas da wäre. Eine Dimensionsveränderung des Objectes kann in keinerlei Weise eintreten. — Liegt aber das Object in einer Flüssigkeit, wo m zwischen 1·3 und 1·5 liegen wird, so wirkt ausser dem Deckglase auch noch die Flüssigkeit, und es ist einleuchtend, dass in diesem Falle das Object von oben nach unten zusammengedrückt erscheint, und zwar im Verhältnisse $1 : m$. — (Eine 1—2 Zoll grosse Kugel, die ganz unter Wasser liegt, zeigt einem Beobachter vom mässigem Augenmaasse ganz offenbar die Gestalt eines Rotations-Ellipsoides, dessen verticale, kleine Achse sich zum Aequator-Durchmesser wie 3 : 4 verhält). — Ein Einfluss auf die Vergrösserung des Mikroskopes in horizontaler Richtung findet nicht statt.

Wenn aber φ nicht so klein ist, dass man ein $^2\varphi$ vernachlässigen darf (und bei stärkeren Vergrösserungen kann bei einem Triplet φ auf mehr als 30° steigen), so wird die erste unserer so eben besprochenen Folgerungen nicht mehr streng richtig sein, indem h nicht mehr von φ unabhängig ist.

Unter der Voraussetzung, dass $n = 1{\cdot}514$, und dass m entweder $= 1$ oder $= 1{\cdot}333$ sei, habe ich folgende Tafel entworfen:

	(Object in Luft.)	(Object in Wasser)
$\varphi = 0°$	$h = 0{\cdot}34 \times d$	$h = 0{\cdot}34 \times d + 0{\cdot}25 \times t$
„ $= 5°$	$h = 0{\cdot}34 \times d$	$h = 0{\cdot}34 \times d + 0{\cdot}25 \times t$
„ $= 10°$	$h = 0{\cdot}34 \times d$	$h = 0{\cdot}35 \times d + 0{\cdot}26 \times t$
„ $= 15°$	$h = 0{\cdot}35 \times d$	$h = 0{\cdot}36 \times d + 0{\cdot}27 \times t$
„ $= 20°$	$h = 0{\cdot}36 \times d$	$h = 0{\cdot}38 \times d + 0{\cdot}29 \times t$
„ $= 25°$	$h = 0{\cdot}37 \times d$	$h = 0{\cdot}41 \times d + 0{\cdot}32 \times t$
„ $= 30°$	$h = 0{\cdot}39 \times d$	$h = 0{\cdot}45 \times d + 0{\cdot}36 \times t$

welche deutlich genug zeigt, wie sehr h mit φ zunimmt. — Es ist hieraus aber noch nicht recht ersichtlich, wie gross φ für ein gegebenes Instrument werden kann. Setzt man

den Radius der freien Oeffnung des Objectives ϱ, die Distanz, in welcher es vom Objecte abstehen muss, wenn das Object ohne Deckglas frei in der Luft liegt $= \delta$, so lässt sich ohne Schwierigkeit nachweisen, dass das grösste mögliche φ bedingt wird durch die Gleichung

$$\sin \varphi = \frac{\varrho}{m \cdot \sqrt{\delta^2 + \varrho^2}}$$

zum Beispiel sei $\varrho = 1$ Linie, $\delta = 8$ Linien, $m = 1$ (Obj. in Luft) so ist $\sin \varphi = 0 \cdot 124$ und $\varphi = 7°$. — Beim untersten Objective eines Triplet war $\varrho = 0'''.6$, $\delta = 0'''.8$, woraus $\sin \varphi = 0 \cdot 6$ und $\varphi = 37°$ folgt.

Die das Objectiv nun wirklich treffenden Lichtstrahlen kommen also nicht von Einem Punkte her, sondern schneiden sich — rückwärts verlängert — in einer eigenthümlich gewölbten Art Hohlkegel, einer sogenannten diakaustischen Fläche, woraus denn ohne Weiteres zu folgen scheint, dass bei einigermassen dicken (etwa 1 Millimeter dicken) Deckgläsern die Objecte mit verwaschenen Rändern erscheinen müssen.

Hier findet nun aber eine höchst merkwürdige Wirkung statt, zu der man auf folgendem Wege gelangt:

Die von Einem Punkte des Objectes (ohne Deckglas) herkommenden Lichtstrahlen werden vom Objective in dem (in das Ocular fallenden) Bilde des Objectes wieder in einen Punkt vereinigt. Wegen der sphärischen Aberration des Objectives ist aber dieser letzte Punkt — streng genommen — eine diakaustische Fläche. — Gingen hingegen von Einem Punkte des zuletzt genannten Bildes Lichtstrahlen aus, so würde (wegen der bekannten Reciprocität) das Objectiv dieselben in Einen Punkt auf dem Objecttische sammeln, welcher Punkt abermals eine diakaustische Fläche ist, welche merkwürdigerweise genau so liegt, wie die so eben bespro-

ebene, vom Deckglase bewirkte. Man thut nun leicht den letzten Schritt der Betrachtung, indem man erkennt, dass die von dieser diakaustischen Fläche herkommenden Lichtstrahlen vom Objectiv streng in Einen Punkt gesammelt werden, was in den Fällen wirklich geschehen muss, in denen zwischen den Brennweiten der Objectivlinsen, deren Abständen, der Vergrösserung und der Dicke des Deckglases gewisse Bedingungen erfüllt sind. —

Statt zu schaden, hätte in diesem Falle das Deckglas genützt, indem sein Fehler den Fehler des Objectives annullirt hätte, wie ja in der ganzen Physik das Princip der Compensation darin besteht, zwei gleiche Fehler in entgegengesetzten Richtungen hervorzurufen.

Da jedoch die Brechung von einer Farbenzerstreuung begleitet ist, welche auf keine Weise zu annulliren ist (da es für das optische Centrum des Objectives keinen Ort giebt, für den die verschieden gefärbten Bilder des Objectes denselben Sehwinkel hätten), so wird auf diesem Wege schwerlich ein reeller Gewinn zu erzielen sein, welcher übrigens in der Ermöglichung sehr beträchtlich vermehrter Objectivaperturen bestehen würde. Davon aber habe ich mich durch Versuch vielfach überzeugt, dass es von keinem Nachtheil für das Bild begleitet ist, wenn man das Deckglas so dick macht, dass es den ganzen Raum zwischen Object und Objectiv ausfüllt, selbst bei 22 Millimeter (circa $^{3}/_{4}$ Zoll) Dicke waren die Streifen der Schuppen von *Lepisma saccharina* mit unveränderter Schärfe zu sehen; und ein 1·2 Millimeter dickes Deckglas, welches bei einer 300fachen Vergrösserung angewandt werden konnte, zeigte für die Streifen von *Hipparchia janira* dasselbe.

Es ist durchaus nicht unmöglich, dass wirklich irgend ein Vortheil in der bezeichneten Richtung, wenn auch auf anderem Wege, zu gewinnen wäre; und sehr interessant sind die Resultate, die man in speciellen Fällen findet, wenn das Object durchsichtig ist, und kleine Körperchen einschliesst, dabei aber von gewölbten Flächen begrenzt ist, oder wenn

ein Object durch ein zweites hindurch erblickt wird; eine allgemeine Betrachtung dieser Fälle ist indessen ausserordentlich verwickelt.

Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Mandeln.

Von

Dr. Sachs,

Assistenzarzt am städtischen Hospital zu Danzig.

In einer vor zwei Jahren von mir verfassten Gelegenheitsschrift[1]) über den feineren Bau der Zunge wurden auch die sogenannten Glandulae folliculares abgehandelt, welche sich an der hinteren Partie des Zungenrückens in verschieden grosser Anzahl finden.

Die erste genauere Beschreibung dieser Drüsen lieferte bereits im Jahre 1827 E. H. Weber,[2]) welcher sie als ein Conglomerat kleiner, runder Zellen darstellt, die durch eine von röthlicher, weicher Substanz umschlossene Höhle mit einander communiciren, also das sind, was wir jetzt eine acinöse Drüse nennen. Auch den Zusammenhang dieser Glandulae folliculares mit den tiefer gelegenen Schleimdrüsen durch mehr oder weniger gewundene $1/_4$—$1/_2$''' lange Gänge hatte Weber durch Injection mit Quecksilber nachgewiesen, eine mikroskopische Prüfung aller dieser Gebilde jedoch nicht vorgenommen.

Erst in der neuesten Zeit hat Kölliker den Bau derselben wieder genauer untersucht, und in seiner „mikrosko-

1) Dissert. inaugural. Observationes de linguae structura penitiore, cum tabulis II. 1856. Breslau, Aland et Comp.

2) Meckel's Archiv. Jahrg. 1827, S. 280 u. s. f.

pischen Anatomie"[1]) dargelegt. Danach wären nun die bis dahin für einfache acinöse Drüsen gehaltenen Glandulae folliculares von einer ganz anderen, in der That bislang nicht geahnten Structur. Eine jede Balgdrüse stelle nämlich eine dickwandige Capsel dar, welche aussen von einer Faserhülle, innen von einer Fortsetzung des Mundhöhlenepithels ausgekleidet sei und zwischen beiden in einer zarten, fasrigen, gefässreichen Grundlage eine gewisse Zahl grosser, ganz geschlossener Capseln oder Follikel enthalte. Diese geschlossenen Capseln, sagt Kölliker dann weiter, seien in Allem, was Inhalt und feineren Bau beträfe, identisch mit den Peyer'schen Follikeln im Dünndarm. —

Das also, was Weber und alle späteren Autoren als Acini dargestellt, wären geschlossene Follikel.

Ich weiss nicht, ob seit Weber's erster Beschreibung die Glandulae folliculares mikroskopisch genauer untersucht worden sind; so viel nur ist gewiss, dass Kölliker's Angabe, ob mit oder ohne genauere Prüfung lässt sich nicht sagen, in die neuesten Werke über mikroskopische Anatomie und Physiologie übergegangen ist.

Ein wundersamer und interessanter Befund wäre es zweifelsohne, um so mehr interessant, als damit ein Pendant gefunden wäre zu jenen Gebilden, welche, wie die Milzbläschen, die Peyer'schen Capseln, bisher zwar Anknüpfungspunkte bildeten für mehr weniger plausible Hypothesen über ihren Zusammenhang mit dem Lymphgefässsystem, in der That aber eine feste Stelle in der Morphologie immer noch nicht gefunden haben.

Ganz frei von irgend einer vorgefassten Idee als derjenigen, mit welcher Jeder an Untersuchungen im Gebiet der Anatomie gehen muss, dem die Morphologie nicht bloss als ein zusammenhangsloses Summarium anatomischer Data, sondern als ein organisches System erscheint, nahm auch ich auf die Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, des

---

1) Mikroskop. Anatomie. 2. Band. Zweite Hälfte, 1. Abth. S. 42.

Herrn Prof. Reichert, jene Untersuchung vor, und kam allerdings zu einem Ergebniss, welches mir Kölliker's Angabe über das Geschlossensein jener von Weber als Acini bezeichneten Aussackungen sehr zweifelhaft machte. Eine später wiederholte Untersuchung bestätigte mir das früher Gefundene, so dass ich nun die Glandulae folliculares für nichts anderes halte, als für in einfacher Weise zusammengesetzte acinöse Drüsen. Damit stimmen auch die Beobachtungen von Huxley[1]) und Henle[2]) überein, welcher ausserdem berichtet, dass ebenso Sappey zu denselben Resultaten gelangt sei.

Das Einzelne über meinen Befund hatte ich in der oben angeführten Schrift mitgetheilt, obschon nicht mit der mir damals unnöthig scheinenden Ausführlichkeit, welche vielleicht den nächsten Zweck dieser Blätter überflüssig, und gewisse Einwendungen unmöglich gemacht hätte. Indess waren mehrere von meisterhafter Hand nach der Natur ausgeführte Zeichnungen beigefügt, so dass mir, wenn ich Entgegnungen erwartete, zwar möglich schien, wie vielleicht die Methode der Untersuchung angegriffen, das Resultat auch geleugnet, nicht aber wie mein ganzes Untersuchungsobject in Frage gestellt werden konnte.

Nicht ohne Ueberraschung vermochte ich deshalb eine von Gauster in Wien abgefasste Schrift „Untersuchungen über die Balgdrüsen der Zungenwurzel“[3]) zu lesen, in welcher mir rundweg abgesprochen wird, die Kölliker'schen Follikel je gesehen zu haben.

Nun muss Jeder von vorn herein gestehen, der auch nur wenige Schnittchen durch eine solche Balgdrüse gemacht hat, dass schwer zu begreifen ist, wie man diese Follikel überhaupt nicht sehen könne, dass aber gar nicht zu fassen ist, wie Jemand, der einen auch nur oberflächlichen Blick auf meine

1) On the tonsillar follicles. Mikr. Journ. Vol. II. p. 74.

2) Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1856. S. 60.

3) Wien 1857.

Abbildungen geworfen, und sich nicht etwa durch die mangelnde Coloratur der Zeichnung hat beirren lassen, die Identität zwischen den von mir als Follikel genau numerirten Gebilden, den Kölliker'schen und den auf Gauster's eigener Zeichnung dargestellten in Abrede stellen kann. Dies unausbleibliche Zugeständniss Kundiger allein kann mich trösten über den Vorwurf einer in der That sehr argen Leichtfertigkeit, nimmt mir aber auch zugleich die Gelegenheit, dem Verfasser jenes Aufsatzes für seine sonst vielleicht sehr dankenswerthe Bemühung um die Auffindung von Anhaltspunkten für meine hypothetischen Irrthümer die gebührende Anerkennung zu zollen. —

Wenn mich die genannte Gauster'sche Schrift zu einer nochmaligen Durchsicht meiner früheren Arbeit veranlasste, so war hierfür doch ein im Ganzen nur geringer Aufwand nöthig, da die genaue Bekanntschaft mit dem Thema mich bald die bezüglichen Ergebnisse erreichen liess, und zwar im Wesentlichen ganz dieselben, welche ich bei meiner ersten Untersuchung erlangt hatte.

Als Untersuchungsobject benutzte ich wiederum namentlich die Ochsenzunge, behandelte dieselbe auch wie früher, d. h. kochte sie erst in Essig und trocknete sie alsdann. Ochsenzungen geben durchgängig bessere und für die Untersuchung geeignetere Präparate, als Menschenzungen. Durch die sehr häufigen Katarrhe unserer Mundhöhlenschleimhaut mögen diese Balgdrüsen ebenso wie die Mandeln so krankhaft verändert werden, dass sie für die Untersuchung ihrer Structur kaum geeignetes Material liefern.

Was nun die Lage, Form, Grösse und Umgebung einer solchen Balgdrüse anlangt, so hat Kölliker dies Alles richtig beschrieben, so dass sich kaum etwas daran ändern lässt.

Die Form der Oeffnung, welche von der Zungenoberfläche in den Binnenraum einer Glandula follicularis führt, ob dieselbe an der Mündung oben breiter sei, als weiter nach der Tiefe zu, ob sie sich durch einen mehr oder weniger deutlichen Hals in die tiefere Höhle fortsetze, ist wohl von geringem Belang, da Verschiedenheiten in dieser Beziehung

einmal an sich existiren, oder durch Behandlung des Präparates leicht entstehen können.

Das eine Folliculardrüse zunächst umgebende Gewebe tritt an feinen gelungenen Schnittchen so distinct hervor, dass dasselbe sehr wohl eine eigentliche Faserhülle genannt werden kann. Präparate, welche 24 Stunden in Solut. Kali caust. (10 pCt.) lagen, zeigten mir noch deutlich die resistenten elastischen Fasern, an denen auch die weitere Umgebung hier ziemlich reich zu sein scheint. Die Bindegewebshülle selbst, welche an verschiedenen Drüschen verschieden mächtig sein kann, umgiebt nun dieselben so, dass an der äussersten Peripherie parallel der Contur ein etwa $^1/_{100}$ bis $^1/_{50}'''$ starker Zug herumgeht, weiter nach Innen, nach dem Centrum der Balgdrüse zu, dann schwächere Züge folgen, welche bei sehr gelungenen Präparaten die Conturen des einzelnen die ganze Drüse componirenden sogenannten Follikels zum Theil einhalten, in den Zwischenraum zweier nebeneinander liegenden etwas eindringen, dann wieder herausbiegen, also ganz dasselbe Bild geben, wie wir es bei den Haarbalgdrüsen finden. Hat man zu der Untersuchung letzterer geeignete Präparate, wozu ich namentlich stark entwickelte grosse Schamlippen, vielleicht etwas elephantiasisch entartete, empfehle, so erhält man mutatis mutandis frappant ähnliche Bilder mit unseren Balgdrüsen.

Die fraglichen Follikel von diesen selbst nun, welche von dem an elastischen Fasern überaus reichen Bindegewebe umschlossen sind, nicht aber, wie die Abbildungen Gauster's glauben machen, in einer mehr grumösen Masse locker eingebettet liegen, erscheinen meist rundlich, von ganz bestimmt gezeichneter Form, und lassen in sich einen von einer ziemlich deutlichen Hülle umgebenen Inhalt erkennen, über welchen sich nichts weiter sagen lässt, als dass er aus einem Detritus von Zellen und Zellenkernen bestehe. Die Zahl dieser Follikel, die mehr oder weniger symmetrisch um den Binnenraum gelagert sind, ist verschieden, so dass ich deren schon neun an einer Balgdrüse gefunden habe. Ihre Form,

aus welcher zunächst Kölliker das Geschlossensein derselben entnahm, stellt sich im mikroskopischen Bilde der Schnittchen meist als Kreis dar.

Es fragt sich nur, ob man ein Recht habe, anzunehmen, dass ein Körper, dessen Durchschnittsfigur, wenn auch in sehr vielen Fällen, einen Kreis darstellt, nothwendig auch eine Kugel oder Hohlkugel sein müsse. Bekanntlich geben alle, auch die nur theilweis von runden Flächen begrenzten Körper unter gewissen Umständen einen Kreis als Durchschnittsfigur, wenn nämlich die Schnittebene so gegen die Längsaxe jenes Körpers gerichtet ist, dass sie einen bestimmten Winkel nicht überschreitet. Habe ich z. B. einen Hohlcylinder vor mir, so kann ich durch Schnitte, welche entweder senkrecht oder nur bis zu einem gewissen Grade schief auf die Längsaxe fallen, beliebig viele Kreis- oder kreisähnliche Bilder als Durchschnittsfigur erhalten, und Niemand kann aus dieser schliessen, ob sie einer Kugel oder einem Cylinder angehöre. Daraus also, dass man bei so und so vielen Durchschnitten durch eine Glandula follicularis immer nur geschlossene Kreise in den Conturen erhält, folgt einzig, dass man einen in bestimmten Richtungen kreisförmig begrenzten, nicht aber, dass man einen runden Körper vor sich gehabt, und dass man im ersteren Falle die Schnitte immer nur in bestimmten Winkeln gegen seine Axe geführt habe. Erhalte ich aber bei solchen Schnittchen unter unzähligen Präparaten auch nur ein einziges Mal einen nicht geschlossenen Kreis, so lässt begreiflicher Weise dieses eine Schnittchen viel eher einen Rückschluss auf die Form des gegebenen Körpers machen, als alle übrigen zusammengenommen. Der Körper muss dann nothwendig nach einer Seite hin offen — also etwas anderes als eine Hohlkugel sein. — Macht man von einer Speicheldrüse eine sehr grosse Anzahl von Schnittchen, so werde ich unter den unendlich oft durchschnittenen Terminalbläschen mühevoll genug auch nur nach einem einzigen suchen müssen, dessen Mündung ich gerade getroffen, und doch wird Niemand mehr behaupten, dass die Endbläschen der Drüsen geschlossene Follikel sind.

Gerade so steht auch hier die Sache. Eine Unzahl von Schnittchen wird ganz dieselben Bilder von den Follikeln geben, wie sie Kölliker gezeichnet: fällt aber ein oder das andere Mal die Durchschnittsebene parallel oder doch möglichst schief gegen die Axe eines Follikels — durch die Mündung eines Acinus —, so erhalte ich dann keinen geschlossenen Kreis mehr, sondern einen solchen — venia sit verbo —, welcher nach der Drüsenhöhle zu offen steht und mit derselben frei communicirt. Wüsste ich genau die Lage eines jeden wandständigen Acinus zu seiner Drüse, so könnte ich beliebig die Stelle treffen, wo er mit der Höhle communicirt, und somit auch beliebig oft offene Kreise erhalten. — Da dies indess unmöglich ist, so muss man suchen, die jedesmalige Durchschnittsebene immer unter möglichst verschiedene Winkel zu dem Zungenrücken, — ja bisweilen auch fast parallel mit demselben anzulegen, um die Mündung unserer Acini zu treffen. Ueber einer solchen Mündung sieht man dann regelmässig die Papillen fehlen,[1]) welche sonst von der Zungenoberfläche her die Binnenhöhlenwand einer Glandula follicularis auskleiden[2]): der Inhalt des Acinus setzt sich ununterbrochen in die Drüsenhöhle fort, zeigt sich bis in die tiefste Lage, wo er etwas gesättigter und eingedickt erscheint, vollkommen identisch mit dem des Binnenraumes der Drüse, und giebt auch beispielsweise mit Jod ganz dieselbe Färbung.

---

1) Kölliker, der über dem ganzen Grund seiner Balgdrüsen Papillen fand und zeichnete, hatte eben bei seinen Schnittchen nicht den Grund, oder wenigstens nicht an jener Stelle getroffen, wo Acinus und Ausführungsgang zusammenhängen; er fand daher auch nur Acini als geschlossene Follikel. (Vergl. Mikroskopische Anat. Bd. II, pag. 42, Fig. 182.)

2) Wenn Gauster beobachtet haben will, dass die nach dem Fundus der Drüsenhöhle hin stehenden Papillen weniger zahlreich und mehr stumpf und rundlich werden, als die weiter oben an der Mündung befindlichen, so ist dies wohl darauf zurückzuführen, dass bei manchen Schnittchen die Papillen schief getroffen und abgestutzt werden, also freilich andere Bilder geben, als wenn sie parallel ihrem Längsdurchmesser durchschnitten sind.

Muss man nun in Berücksichtigung dessen, was über die Form eines solchen Follikels bisher angeführt wurde, durchaus folgern, dass derselbe nicht geschlossen, sondern offen sei, und dass sein Inhalt frei mit dem der Drüsenhöhle communicire, so wird man kaum noch wagen dürfen, aus den Angaben, welche Kölliker über die Art des Inhalts macht, einmal das Geschlossensein dieser Follikel, und dann deren Identität mit den Peyer'schen erschliessen zu wollen. Um dies thun zu können, ist uns in der That der Inhalt beider noch zu ungenügend bekannt, sowohl was dessen rein morphologischen, als auch, was die chemischen Verhältnisse betrifft. Die Formelemente in beiden sind viel zu wenig charakteristisch: Zellen, Zellenkerne und deren Detritus finden sich sonst noch in zu vielen anderen Gebilden, als dass daraus für die Morphologie eines Organes ein einigermaassen sicherer Schluss gezogen werden könnte.

Wenn Bruecke ferner den Zusammenhang der Peyer'schen Capseln mit den Lymphgefässen durch eine vom Darm aus gemachte Injection nachgewiesen, so ist dagegen zunächst wohl zu erinnern, dass dieser Versuch noch von keinem Andern bis zur Evidenz hat wiederholt werden können, somit immerhin noch nicht als über jeden Zweifel erhaben zu betrachten ist: wenig gewonnen aber wäre für die Sicherung dieser jedenfalls sehr wichtigen Thatsache, wenn sie keine bessere Stütze fände, als den analog sein sollenden Bau der Zungenbalgdrüsen. Von Gefässen nämlich, welche bei den Peyer'schen Follikeln Frey unzweifelhaft nachgewiesen hat, habe ich trotz der grössten Sorgfalt in dem Inhalt eines Zungenbalgdrüsen-Follikels nie etwas sehen können. Man muss sich nur nicht durch Figuren täuschen lassen, welche hie und da vielleicht gefässähnliche Verzweigungen nachahmen können, in der That aber nichts sind als künstliche Lücken, die durch strichweise Trennung und Verschiebung des Follikelinhalts entstanden sind. Dicht um die Follikel herum sieht man sehr viele Capillarverzweigungen, und ganz nahe bis an jene heran sich erstrecken, kann aber auch eben daran den Unterschied dieser Gefässe und der als solche in-

nerhalb der Follikel angesprochenen Figuren, wie sie Gauster's Abbildungen zeigen, deutlich erkennen. Wenn endlich Weber durch Injection mit Quecksilber in die Balgdrüse oberflächliche Saugadern in der nächsten Umgebung sich hat füllen sehen, so wird man dies wohl kaum als Beweis für die Anwesenheit von Lymphgefässen in den Follikeln selbst anführen können, da man weiss, wie leicht durch Einspritzung mit so schwerer Masse die zarten Gebilde zerrissen und beliebig künstliche Oeffnungen gebildet werden können.

Die chemischen Verhältnisse sind bezüglich dieser Identitätsfrage kaum von grösserem Belang. Es ist damit nicht viel gewonnen, wenn man weiss, dass der Inhalt sowohl der Peyer'schen Follikel, als der Follikel in der Zunge, alkalisch reagire; — viele andere Nahrungsflüssigkeiten und Secrete, und namentlich auch der Schleim, haben dieselbe Reaction: eben so wenig ist gewonnen, wenn man weiss, dass Essigsäure keinen Niederschlag in dem Inhalt beider bewirke; — die chemischen Untersuchungen über den Schleim, welchen danach die Follikel nicht enthalten sollen, sind bei Weitem noch nicht zu dem Abschluss gediehen, um aus jenem Verhalten allein sicher behaupten zu können, dass in den Follikeln nichts enthalten wäre von der dem Ursprung und der Zusammensetzung nach ziemlich zweifelhaften Flüssigkeit, die wir Schleim nennen. —

Zur endgültigen Entscheidung dieser ganzen für mich allerdings nicht mehr zweifelhaften Frage, ob die Zungenbalgdrüsen zu den acinösen Drüsen gehören, oder ob das, was Weber und die Uebrigen für Acini gehalten, geschlossene Follikel sind, bietet sich ausser der Untersuchung getrockneter Präparate noch die Injection. Liesse sich das Contentum ohne Schwierigkeit und ohne Verletzung der Structur aus den Drüschen entfernen, so gäbe es kaum ein besseres Beweismittel als die Injection: nur müsste sie mit einer anderen Masse vorgenommen werden als mit Quecksilber, welches ich aus dem bereits oben angeführten Grunde für unzweckmässig halte, obschon Weber eigentlich dadurch zu demselben Resultat gelangt ist, welches ich aus meinen Un-

tersuchungen erhielt. Wegen des dicklichen Inhaltes ist aber die Injection mit anderen Massen unausführbar, und es muss also der Befund sorgfältig untersuchter trockener Präparate für den fraglichen Punkt allein als massgebend erachtet werden.

Haben sich nun aus Obigem die Glandulae folliculares als acinöse Drüsen erwiesen, so sind die Tonsillen, welche als aggregirte Glandulae folliculares von Allen betrachtet werden, auch nichts Anderes, als zusammengesetzte acinöse Drüsen. Der streitige Punkt bleibt auch hier bezüglich des Geschlossen- oder Offenseins der Follikel der gleiche. Nur wird derselbe hier um Vieles leichter erledigt werden können. Wählt man zu Präparaten die Tonsillen vom Schwein, welche von allen Thiertonsillen bei Weitem am besten für die Untersuchung der Structur sich eignen, so trifft man an guten Schnittchen viel eher und leichter offene Follikel, als bei den Glandulae folliculares der Zunge: denn da bei einer Aggregation solcher Balgdrüsen immer eine grössere Anzahl von Follikeln zugleich durchschnitten werden, wird man auch eher darauf rechnen können, hin und wieder einen solchen einzelnen Follikel gerade im Zusammenhang mit der Binnenhöhle der Drüse zu treffen. Ist der Zufall günstig, so trifft man auch mehrere Glandulae folliculares gleichzeitig durch ihre Axenebene, und kann dann allerdings Bilder erhalten, welche denen der Schleimdrüsen sehr ähnlich sind. Verwahren aber müssen wir uns auf's Entschiedenste gegen den von Gauster uns suppeditirten Irrthum, als hätten wir überhaupt gar keine Tonsillen, sondern nur die in deren Nähe befindlichen Schleimdrüsen vor uns gehabt. Dergleichen kann bei so leicht anzufertigenden und so charakteristischen Präparaten wohl kaum vorkommen, wenn anders erst die Identität der von uns beiden untersuchten — als Tonsillen angesprochener Objecte entschieden ist.

Rapp in Tübingen hat in Müller's Archiv eine sehr ausführliche Zusammenstellung von den Tonsillen und tonsillenartigen Organen der verschiedenen Thierspecies gemacht, aus welcher man — wenn dessen ja Noth ist — zunächst

sich leicht Auskunft über die Lage der Tonsillen auch beim Schwein verschaffen kann. Dann aber wird sich Jeder unschwer an nur wenigen Präparaten überzeugen, dass ein Durchschnitt eine durchaus nicht geringe Anzahl sogenannter Follikel zeigt — wie Gauster meint — auch wird Jeder meine — in 15maliger Vergrösserung — gezeichneten Abbildungen als vollkommen correspondirend den Zeichnungen Kölliker's[1]) erkennen, in welchen ebenfalls ziemlich viel solcher Follikel zu sehen sind. Dass auf meinen Tafeln die Anordnung der Folliculardrüsen als eine mehr symmetrische erscheint, ist Folge des glücklich erhaltenen Durchschnitts, welcher gerade die Ausführungsgänge sammt der Binnenhöhle von mehreren Drüsen zugleich in deren Mitte getroffen hat; dass die Follikel offen sind, ist strichgetreue Uebertragung des Objects, dass endlich so allerdings das Bild dem einer Schleimdrüse ähnlich sieht, ist durchaus nicht zu leugnen, und findet einfach darin seine Erklärung, dass beide der Structur nach zu denselben Drüsen gehören, denn Tonsillen sowohl, als die einfachen Glandulae folliculares der Zunge, aus denen jene componirt sind, sind in Wahrheit nichts anderes, als acinöse Drüsen.

Zusatz zur Abhandlung des Herrn Dr. Sachs.

Von Reichert.

(Hierzu 3 Holzschnitte.)

Herr Dr. Sachs hat in seiner Inaugural-Abhandlung naturgetreue Abbildungen sowohl von den Glandulae folliculares der Zunge, als von der, aus ähnlichen aggregirten Balgdrüsen bestehenden Mandel, gegeben, die diesen nicht schwierigen anatomischen Gegenstand vollständig erläutern. Es erscheint indess zweckmässig, auch der vorliegenden Abhandlung einige Abbildungen beizufügen. Herr Dr. G. Wagener hatte die Güte, von drei Präparaten, die Herr Dr. Sachs bei Wiederholung seiner Untersuchungen angefertigt, und mir zur Demonstration gütigst übergeben hat, Zeichnungen

1) A. a. O. pag. 47, Fig. 184 u. 185.

für die nachfolgenden Holzschnitte in 30facher Vergrösserung zu entwerfen. Die Durchschnitte gehören einer Balgdrüse der Zunge an, welche nur drei Follikel oder Acini zeigte. An einem dieser Follikel (c) ist zu übersehen, wie derselbe an den verschiedenen Schnittchen mit dem ihm entgegenkommenden Grunde (g) des weiten Ausführungsganges (Alveus communis) der Drüse sich allmählig in offene Verbindung setzt. Auch in Betreff des zweiten Follikels (c′) sind die Durchschnitte so glücklich ausgefallen, dass wenigstens die Annäherung des Grundes zu demselben nicht verkannt werden kann. Der dritte Acinus (c″) erhält sich in allen Schnittchen als scheinbar geschlossener Follikel; der Schnitt hat hier die Verbindungsstelle mit dem Alveus communis nirgend getroffen. Man wird ferner gewahr, dass der Alveus communis der Drüse an seinem Ausgange (f) von der Epidermis bekleidet, gut entwickelte Papillen besitzt, während der Grund, sowie die Follikel derselben gänzlich entbehren. Die Höhle des Alveus communis und der Follikel ist von zäher Masse, die Residuen zerstörter Zellen enthält, angefüllt. Dieser Umstand verhindert auch die genaue Erkenntniss der die Wandung jener Hohlräume auskleidenden Drüsenzellen. Der Alveus communis, namentlich sein Boden, sowie die Acini, liegen in einem bindegewebigen Stroma eingebettet, das reich an elastischen Fasernetzen ist. Auf diese Weise wird auch die Erkenntniss der Tunica propria an den Drüsenfollikeln sowie der Grenzlamelle an dem Alveus communis sehr erschwert. An dicken Schnittchen oder an Stellen des Präparats, wo ein dicker Abschnitt des Drüsenhöhlensystems vorliegt, ist die Begrenzung der Wandung, sowohl nach aussen, als nach dem Hohlraume hin, bestimmt und scharf; an dünnen Schnittchen wird dieselbe durch die bezeichnete Beschaffenheit des elastischen Stroma's ganz undeutlich.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Erklärung der Figuren 1 bis 3.

E. Epidermis.
S. Substrat derselben am Zungenrücken.
D. Balgdrüse.
a. Stratum corneum.
b. Rete Malpighii.
c, c′, c″. Follikel der Balgdrüse.
f. Ausgang des Alveus communis der Balgdrüse.
g. Grund des Alveus communis.
d. Papillen am Substrat der Zungenschleimhaut.
e. Das in der Umgebung der Drüse befindliche Bindegewebs-Stroma mit zahlreichen elastischen Fasern.
h. Lockeres Bindegewebe des Substrats der Schleimhaut mit Durchschnitten von Gefässen.
i. Riss in der Füllungsmasse des Alveus communis.

Zur Geschichte der Entdeckungen am Zitterwelse (Malapterurus electricus).

In einer Nachschrift zu der von mir am 13. Aug. 1857 der Kgl. Akademie der Wissenschaften gemachten Mittheilung über einen nach Berlin gelangten lebenden Zitterwels führte ich an, dass Hr. Matteucci bereits in einer im Nuovo Cimento abgedruckten Vorlesung über elektromotorische Fische die Richtung des Zitterwelsschlages richtig angebe, jedoch ohne einen Gewährsmann zu nennen, und überhaupt in solcher Weise, als ob es sich mehr um eine Vermuthung aus irgendwelchen

theoretischen Gründen, oder wenigstens nur um unsichere Versuche handele.[1])

Hr. Matteucci hat darauf in einer Notiz, welche übrigens mehrere Ungenauigkeiten enthält, daran erinnert, dass bereits in den beiden ersten Bänden des Nuovo Cimento Versuche des Hrn. Professor Ranzi, Kliniker in Florenz, abgedruckt seien, welche derselbe in Egypten am Zitterwels angestellt habe, und aus denen sich die Richtung des Schlages bei diesem Fisch unzweideutig ergebe.[2])

Ich bin zu entschuldigen, dass die Versuche des Hrn. Ranzi mir unbekannt geblieben sind, da in der That noch zur Zeit, wo ich durch Hrn. Matteucci darauf aufmerksam gemacht wurde, weder in Berlin, noch in Göttingen, also wohl schwerlich in Norddeutschland, ein Exemplar der beiden ersten Bände des Nuovo Cimento aufzutreiben war, und sonderbarer Weise jene Versuche in keine andere Zeitschrift übergegangen sind. Ich wendete mich deshalb an Hrn. Prof. Max von Vintschgau in Padua mit der Bitte, mir eine Abschrift der fraglichen Aufsätze zu schicken. Nach dieser Abschrift, für die ich Hrn. von Vintschgau meinen Dank sage, ist die folgende Uebersetzung von Hrn. von Bezold verfasst worden. Die Versuche des Hrn. Ranzi sind ganz untadelhaft, und er ist also fortan als derjenige zu nennen, dem wir die so wichtig gewordene Kenntniss der Strömungsrichtung im Organ des Zitterwelses verdanken. E. d. B.-R.

I. Ueber den Nilwels.

Brief von Prof. Ranzi.[3])

Eben im Begriff, Egypten zu verlassen, schrieb Hr. Prof. Ranzi, von uns gebeten, einige Untersuchungen über die elektrische Entladung des Nilwelses anzustellen, aus Cairo vom 7. April:

„Ich habe den Wels in Händen gehabt, ich habe die Versuche angestellt; der Strom im Körper des Fisches geht vom Kopf zum Schwanz, d. h. der Zinkpol des Welses ist am Kopfe. Diese Thiere haben mir sehr starke Schläge gegeben, und mit Recht betrachten die Araber sie als den Schrecken und die Geissel aller Nilfische. Nach meiner Rückkehr nach Toskana werde ich die Versuche, welche ich angestellt habe, ausführlich beschreiben."

II. Versuche über die elektrische Entladung des Nilwelses.

Von Prof. Ranzi. — Mitgetheilt von C. M.[4])

Im ersten Bande dieser Zeitschrift, S. 297, haben wir eine Stelle eines Briefes mitgetheilt, den uns Prof. Ranzi aus Cairo

1) Berichte über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen u. s. w. S. 424.

2) Il nuovo Cimento. Giornale di Fisica, di Chimica e delle loro applicazioni ec. compilato dai Professori C. Matteucci e R. Piria ec. t. VI. Gennajo 1858. p. 458.

3) Ivi. Tomo I. Aprile 1855. p. 297.

4) Ivi. Tomo II. Dicembre 1856. p. 447.

schrieb, nachdem er mehrere Versuche über den Wels oder elektrischen Fisch des Nils angestellt hatte. Nach Italien zurückgekehrt, hat er uns in grösserer Ausführlichkeit die Versuche, die er an dem lebenden Fische angestellt hat, mitgetheilt, und es gereicht uns zur Befriedigung hier einige derselben, so wie die erhaltenen Ergebnisse, veröffentlichen zu können. Der Verfasser hat an drei kurz vorher gefischten und daher noch sehr lebhaften Welsen seine Beobachtungen angestellt; in der That sagt er, dass die Schläge äusserst heftig und denen einer starken elektro-magnetischen Maschine vergleichbar waren. Als er, in einem Falle, den Fisch in den Händen gehalten hatte, blieben die Muskeln der Finger (?) und des Vorderarmes eine Zeit lang steif.

Die Untersuchung der Stromesrichtung wurde mit Hülfe eines Ruhmkorff'schen Galvanometers mit nicht sehr langem Drahte, der sehr sorgfältig mit Seide übersponnen war, angestellt. Der Verf. hat alle Vorsichtsmassregeln angewandt, um sich, je nach der Richtung der Nadelablenkung, der Stromesrichtung im Galvanometerdrahte zu vergewissern; zu diesem Zwecke wurde ein Zinkplättchen bald mit dem einen bald mit dem anderen Ende dieses Drahtes verbunden, und dann die beiden Enden in Wasser getaucht. Darauf hat er bei den Versuchen am Welse einen silbernen Löffel mit jedem der Enden des Galvanometers in Verbindung gebracht und den Löffel mit Wachstaffet an den Stellen überzogen, an denen er mit der Hand gehalten wurde. Der aus dem Wasser genommene und abgetrocknete Fisch wurde auf einen Tisch gelegt, und hierauf wurden die mit den Galvanometerdrähten verbundenen Löffel mit einem gewissen Drucke an die verschiedenen Körperstellen des Thieres angelegt. Der Verf. gelangte nach den ersten Versuchen leicht dazu, die kleinen Ablenkungen, die langsam eintraten, und welche von der nicht vollkommenen Gleichartigkeit der Silberlöffel herrührten, von jenen plötzlichen Bewegungen zu unterscheiden, welche die Nadel unter dem Einfluss der Entladungen des elektrischen Fisches machte. In dem ersten Versuche trat jenes Ereigniss ein, das man so oft sieht, wenn ein sehr astatisches Nadelpaar der Entladung einer Leydner Flasche oder eines elektrischen Fisches ausgesetzt wird, d. h. das System ändert seine Gleichgewichtslage, und manchmal kehrt sich diese Lage vollkommen um, indem die ursprünglich schwächere der beiden Nadeln nun das Uebergewicht erlangt. Der Verf. nahm diese Umkehrung wahr, bestätigte dieselbe durch den schon erwähnten Versuch mit der Zinkplatte, und setzte sich in den Stand, sein Galvanometer mit Sicherheit gebrauchen zu können. Der erste Fisch, mit dem er experimentirt hat, lebte sechs Stunden; und in diesem Zeitraum, während dessen man dem Thiere von Zeit zu Zeit Ruhe gönnte, und es in gewissen Zwischenräumen wieder in

Wasser setzte, war es möglich, 30 Mal den Schlag und die Ablenkung der Galvanometernadel zu erhalten, während die Silberlöffel, der eine am Schwanze des Thieres, der andere in der Gegend des Kopfes angelegt wurden. Man trug Sorge, die Löffel mit einander zu verwechseln, und stets erhielt man eine Ablenkung, welche anzeigte, dass der Strom im Körper des Fisches vom Kopf zum Schwanze gerichtet ist, und so, wie man sie erhalten hätte, wenn der am Kopf angebrachte Löffel von Zink, anstatt von Silber, gewesen wäre. Die nämlichen Versuche wurden wiederholt und abgeändert an den beiden anderen Welsen, nachdem man sich überzeugt hatte, dass die Anzeigen des Galvanometers keine Veränderung erlitten hatten, und die Ergebnisse waren die gleichen.

Der Verf. änderte nun seine Versuche ab, indem er die Elektroden quer zur Längsachse des Thieres anlegte, d. h. die eine auf dem Bauche, die andere auf dem Rücken. In diesem Falle waren die Ströme, die er erhielt, sehr schwach, beständig waren jedoch die Ablenkungen hinreichend gross, um zu zeigen, dass sie abhingen von der in der Richtung der Längsachse des Thieres vor sich gehenden Entladung, und von der Lage der Enden des Galvanometers in Bezug auf die Pole des elektrischen Organes, d. h. auf Schwanz und Kopf des Thieres. In der That, wie auch die Oberfläche des Fisches von den Enden berührt wurde: immer trat der Strom in das Instrument ein durch den dem Kopfe[1]) näheren Draht, und aus durch jenen dem Schwanze benachbarten, und die Ablenkungen verkleinerten sich in dem Maasse, als die Punkte des Rückens und des Bauches, die von den Enden des Galvanometers berührt wurden, einander näher gerückt, oder in eine und dieselbe auf die Achse des Fisches senkrechte Ebene gebracht wurden.

Nach den Untersuchungen des Prof. Ranzi ist demnach keine Unsicherheit mehr in der Behauptung, dass die Pole des elektrischen Organs des Welses ebenso wie jene des Gymnotus an den beiden Enden, d. h. am Schwanz und am Kopfe des Thieres gelegen sind, und dass im Welse, entgegengesetzt wie bei Gymnotus, der Strom vom Kopf zum Schwanz gerichtet ist.

Diese Eigenthümlichkeit erhöht die Wichtigkeit, welche neue und noch feinere vergleichend anatomische Untersuchungen über die Structur des elektrischen Organes dieser beiden Fische haben können.

---

1) Dies ist unzweifelhaft ein Schreibfehler des Berichterstatters. Es soll heissen, der Strom trat in das Gewinde ein durch den dem Schwanz näheren Draht, und umgekehrt. E. d. B.-R.

Ueber directe und indirecte Muskelreizung mittelst chemischer Agentien.

Ein Beitrag
zur Lehre von der selbständigen Reizbarkeit der Muskelfaser.

Von

Dr. W. Kühne.

Die in dem Folgenden mitgetheilten Versuche wurden ursprünglich in der Absicht begonnen, einige Beiträge zu der in letzterer Zeit so eifrig discutirten Frage über die Irritabilität der Muskeln zu liefern. Ich ging nämlich von der Ansicht aus, dass es sich mit Hülfe der chemischen Reizung würde entscheiden lassen, ob die motorischen Nerven mit Curara vergifteter Thiere wirklich bis zu ihren letzten intramuscularen Enden gelähmt, oder nur auf einem Theile ihrer im Muskel liegenden Bahn der Leitungsfähigkeit beraubt seien. Wie Jeder leicht übersehen wird, gewährt die Reizung der Muskeln und Nerven mit Anwendung chemisch differenter Körper den ausserordentlichen Vortheil, dass wir dabei nicht blos auf quantitativ verschiedene Reize beschränkt bleiben, wie bei der elektrischen, thermischen oder mechanischen Reizung, sondern in jedem wirksamen chemischen Körper auch einen qualitativ verschiedenen Erreger besitzen. Bei den ersten Versuchen über die Erfolge der directen und indirecten Muskelreizung zeigte sich indessen sehr bald, dass auch bei ganz gesunden und unvergifteten Thieren die Muskeln und Nerven sehr verschieden gegen dieselben chemischen Körper reagiren, und dass ein grosser Unterschied zwischen beiden Organen in Beziehung auf ihre Reizbarkeit

besteht. Die Angaben über diesen Gegenstand, welche man in der physiologischen Literatur aufgeführt findet, stehen leider bis jetzt sehr vereinzelt da, ja die Untersuchung von Eckhard ist die einzige und erste genauere Bearbeitung des Einflusses chemischer Reize überhaupt. Nur Humboldt und Joh. Müller erwähnen bereits, dass es sehr viel leichter gelinge, einen Muskel durch directe Application chemischer Agentien in Contractionen zu versetzen, als wenn man dieselben auf den zu dem Muskel gehörigen Nerven einwirken lasse, ein Satz, der indessen nur für specielle Fälle richtig ist. Eckhard dagegen zog die directe Einwirkung der von ihm angewendeten chemischen Verbindungen auf die Muskeln gar nicht in das Gebiet seiner Untersuchung, sondern begnügte sich damit, dieselben nur auf den Nerven einwirken zu lassen, indem er für eine Anzahl verschiedener Körper genau den zur Wirksamkeit nothwendigen Procentgehalt seiner Lösungen bestimmte.

Die Anwendung der chemischen Reizung bietet bei den Nerven gar keine Schwierigkeiten; man taucht, will man den Einfluss auf den unverletzten Nerven studiren, eine Schlinge des in sich selbst zurückgebogenen Stranges in die auf irgend welche Art hergestellte Lösung des zu untersuchenden Reizmittels, will man die Einwirkung auf den Nervenquerschnitt studiren, so braucht man nur das vom Centrum quer abgeschnittene Ende in die Flüssigkeit einzusenken. Beim Muskel ist es indessen nöthig, ein anderes Verfahren einzuschlagen, und zwar deshalb, weil viele chemische Körper der Art auf ihn wirken, dass der durch die Berührung eingeleitete chemische Process, häufig bei gänzlicher Zerstörung des contractilen Gewebes, mannichfache Volumveränderungen desselben erzeugt, die dann in vielen Fällen mit der wahren Muskelcontraction verwechselt werden können. Dies tritt namentlich dann ein, wenn man zu dem Versuche den natürlichen Längsschnitt des Muskels wählt, wogegen sich dieser Uebelstand leicht vermeiden lässt, wenn man sich eines frischen, künstlichen Muskel-Querschnitts als Applicationsstelle für den Erreger bedient. In den meisten der folgenden Ver-

suche habe ich daher vorzugsweise dieses letztere Verfahren eingeschlagen, das vor der Hand immerhin einige Resultate zu liefern versprach.

Auf den Rath meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor du Bois-Reymond, in dessen Laboratorium ich diese Untersuchung anstellte, und welchem ich für die Freundlichkeit, mit welcher mir derselbe sein Laboratorium zur Verfügung stellte, hiermit meinen aufrichtigsten Dank sage, bediente ich mich bei fast allen Versuchen des Musc. sartorius (Sous-ilio-tibial Dug. oder Couturier Cuv.) des Frosches, der in folgender Weise zur Anstellung der Experimente hergerichtet wurde. Mit einer Pincette wurde ein Stück der vorderen lateralen Fläche der sehnigen Massen des Kniegelenkes gefasst, mit der Scheere von unten her abgetrennt, von hier aus der Muskel bis zu seinem Ursprunge vom Darmbeine isolirt, und dort durch einen senkrecht auf die Richtung der Muskelfasern gerichteten raschen Scheerenschnitt abgeschnitten. Beim Lospräpariren des Muskels hat man darauf zu achten, dass derselbe niemals unnöthig gezerrt werde, und dass der natürliche Längsschnitt desselben überall vor Verletzung sorgfältig geschützt werde, was sonst ein sehr rasches Absterben des ganzen Muskels zur Folge haben würde. Ist derselbe ohne derartige Fehler abpräparirt, so kann man ihn nun ohne Weiteres zu Versuchen benutzen, und zwar am bequemsten, wenn man ihn mittelst einer von einem Stativ senkrecht herabhängenden Klemmpincette so aufhängt, dass diese nur das untere sehnige Ende fasst. Versäumt man die Vorsicht, das sehnige Ende lang genug zu nehmen, so ist es oft unmöglich, das Präparat mit der Pincette zu befestigen, ohne dass diese ein kurzes Stück des Muskels selbst kneift, wodurch Zuckungen hervorgerufen werden, welche zu den unangenehmsten Störungen Anlass geben können.

Der so herabhängende Muskel stellt nun die Vereinigung einer Anzahl von fast parallel neben einander verlaufenden Primitivbündeln dar, deren untere Querschnitte alle gleichzeitig durch dasselbe Mittel gereizt werden können. Zudem

gewährt das Präparat denselben Vortheil, wie der bekannte Reichert'sche Hautmuskel des Frosches, den nämlich, dass die Vertheilung der darin liegenden motorischen Nerven ohne Schwierigkeiten erkannt und übersehen werden kann. Der Nerv tritt nämlich etwa im ersten Drittheil am unteren medianen Rande in den Muskel ein, und verzweigt sich, wie man mit dem Mikroskop an solchen von sehr kleinen nur 1 bis 2 Centimeter messenden Fröschen genommenen Muskeln sehr leicht beobachten kann, indem er den Muskelfasern parallel laufende Fäden nach oben und unten abgiebt. Selbst bei sehr durchsichtigen und ganz unbeschädigten Präparaten sieht man niemals eine Nervenfaser schlingenförmig umkehren, sondern stets bis zu ihren nicht mehr verfolgbaren Enden nach zwei entgegengesetzten Richtungen verschwinden, und zwar so, dass die beiden äussersten Enden des Muskels auf einer Strecke von einigen Millimetern gar keine Nervenfasern mehr zu enthalten scheinen. Reizt man also das bei dem Präparat nach unten hängende (eigentlich das obere) Stück, so ist man sicher, falls die angewandte Substanz den Nerven ebenfalls erregen sollte, dass diese Erregung nur diejenigen Nerven trifft, welche mit dem über der Eintrittsstelle des Nervenstammes gelegenen Muskelpartieen in gar keiner Beziehung stehen. Soviel über die Methode, deren ich mich bediente, und welche überall da angewendet wurde, wo keiner anderen Erwähnung geschehen wird; ich gehe zu den Versuchen selbst über.

Aus Allem, was bis jetzt durch die Anwendung der chemischen Reizung ermittelt werden konnte, geht hervor, dass ein chemischer Körper, um wirksam zu sein, d. h. Zuckung zu erregen, auch in dem damit in Berührung gebrachten erregbaren Organe irgend einen chemischen Process, irgend eine Veränderung unter den chemischen Bestandtheilen desselben einleiten müsse. Demzufolge sollte man also bei chemischen Reizversuchen von der chemischen Natur des Muskels oder des Nerven ausgehen, und darnach Substanzen wählen, welche nach bekannten Gesetzen die Constitution der in diesen Organen enthaltenen chemischen Verbindungen

zu ändern vermöchten. Dieser Weg ist uns indessen leider verschlossen, da die chemische Analyse uns aus oft erörterten Gründen in Hinsicht auf die Zusammensetzung des lebenden Muskels oder Nerven fast ganz im Stiche lässt; man muss daher beinahe durchgängig zu Körpern greifen, von denen man aus schwer zu rechtfertigenden Gründen voraussetzt, dass sie irgend welchen der gewünschten Einflüsse auf die lebenden Organe ausüben. Ich habe daher fast das nämliche Verfahren, wie Eckhard bei seinen Reizversuchen an den Nerven, eingeschlagen, theils weil mir durch diese bereits vorliegende Arbeit, die Vergleichung der sogenannten directen und indirecten Muskelreizung leichter wurde, theils weil man bei dem angedeuteten Stande unserer chemischen Kenntnisse, wirklich nicht mehr thun kann, als dass man die Säuren, die Basen, einige scheinbar unschuldige Salze, und eine Anzahl ätzender oder auf die albuminösen Substanzen nachweisbar wirkender unorganischer und organischer Verbindungen probirt. Das Feld, das man hier vor sich sieht, ist bei Berücksichtigung des Heeres chemischer Körper überhaupt, ein sehr grosses, und es wird daher Niemand auf Vollständigkeit und Abschluss des Gegenstandes Anspruch machen, so lange man genöthigt ist, bei der chemischen Reizung den breiten Weg des Probirens zu betreten.

Die Wirkung der Säuren.

Die Angabe Eckhard's, dass alle Säuren verhältnissmässig sehr concentrirt sein müssen, wenn sie auf den Nerven applicirt, Zuckungen im Muskel bewirken sollen, kann ich durchaus bestätigen, und ich schliesse mich seinen Angaben an, dass zunächst die Salzsäure einer Concentration bis zu 19 und 20 pCt. bedarf, um den Nerven zu erregen. Ist die Säure verdünnter, so sieht man nach Eckhard häufig auch noch Zuckungen eintreten, namentlich wenn man nicht weiter als bis zu 11 pCt. verdünnt, der Erfolg ist indessen unsicher. Nähert man dagegen ein Glas mit concentrirter HCl langsam gegen den frischen Querschnitt eines in der beschriebenen Weise hergerichteten M. sartorius des Fro-

schied, so sieht man denselben, bei der ersten Berührung mit der Säure, sofort in heftige Zuckungen gerathen, und wie ich sogleich bemerkte, können diese Zuckungen noch erzeugt werden, wenn man eine sehr verdünnte Säure, solche, welche auf den Nerven gar nicht mehr wirkt, anwendet. Es ist bekannt, dass der in den Muskeln enthaltene eiweissartige Körper, das Syntonin, sich mit der grössten Leichtigkeit, wie Liebig gefunden, in einer höchst verdünnten HCl auflöst, und es ist ferner bekannt, dass der noch zuckungsfähige Muskel nicht sauer reagirt, wie man früher angenommen, sondern nach einer in die Lehrbücher der Physiologie übergegangenen Mittheilung von du Bois-Reymond alkalische oder neutrale Reaction besitzt, zwei Dinge, welche für die Wirkung der Säuren einen Anhaltspunkt geben konnten. Um das Syntonin zu lösen, bedarf es einer Flüssigkeit, welche auf 1000 Theile Wasser nur 5, ja selbst nur 1 Theil HCl enthält, und eine solche Flüssigkeit, in welcher wir durch unsere Geschmacksorgane kaum die Anwesenheit einer Säure zu spüren vermögen, erzeugt, auf den Querschnitt des Muskels applicirt, wie ich zu meiner grössten Ueberraschung beobachtete, Zuckungen, welche den mit einer concentrirten Säure erhaltenen gleichkommen. Für Diejenigen, welche diesen höchst einfachen und auffälligen Versuch zu wiederholen gedenken, bemerke ich, dass es jeder Zeit gelingt, durch eine Salzsäure von 5 pro Mille in der beschriebenen Weise, den Muskel zum Zucken zu bringen, dass dagegen eine Säure von nur 2 oder 1 pro Mille nur bei sehr sorgfältig präparirten und grossen höchst kräftigen Fröschen entnommenen Muskeln wirkt. Man kann den Versuch aber 5—6 Mal an einem und demselben Muskel wiederholen, wenn man Sorge trägt, dass die Flüssigkeit gerade nur den Querschnitt berührt, und wenn man dann rasch nach beendigter Zuckung das von der Säure benetzte Stück durch einen raschen Scheerenschnitt abschneidet. In dieser Weise lässt sich, wie gesagt, der Versuch so oft wiederholen, als man will, und so lange noch ein zur Beobachtung hinreichendes Stück des Muskels übrig bleibt, ausgenommen, wenn die Säure durch Im-

bibition höher gelegene Theile des Muskels erreicht hatte, wie das leicht geschieht, wenn man sie nach Berührung des Querschnitts nicht sofort wieder entfernt. Hingegen ist es mir nicht gelungen, von einem einmal benetzten Querschnitt aus von Neuem Zuckungen zu erhalten. Taucht man den ganzen Muskel selbst in eine so verdünnte Säure ein, so scheint er in tetanischer Zusammenziehung zu verharren; der Zustand ist indessen kaum von dem eintretenden Verluste der contractilen Eigenschaften, von dem sogenannten Muskeltode, und der nachfolgenden Todtenstarre durch den blossen Augenschein zu unterscheiden. Nicht mehr reizbare Muskeln zeigen indessen diese Erscheinung nicht, sie tritt dagegen ein bei allen zuckungsfähigen Muskeln, selbst wenn diese an keiner Stelle vorher verletzt, und die Anlegung künstlicher Querschnitte ganz vermieden wurde, ein Beweis einerseits, dass das Phänomen ursprünglich einer Contraction wie jeder anderen lebendigen gleichkommt, und dass die angewendete Säure auch durch das Sarkolemm hindurch auf die contractile Substanz wirkt. Das völlige Eintauchen der Muskeln in die Flüssigkeit, deren Wirkungen man untersuchen will, bleibt indessen immer ein sehr schlechtes Mittel, da die Erscheinungen der völligen Zerstörung des Organes äusserlich sich meist nicht von der eigentlichen Contraction unterscheiden lassen, ein Vorwurf, der hingegen bei der nur den Querschnitt treffenden Reizung ganz wegfällt.

Die auffallende Wirkung einer so schwachen Säure kann vielleicht auf zweierlei Weise erklärt werden, wobei wir indessen einstweilen von der Frage über die Muskelirritabilität ganz absehen wollen. Möglicher Weise löst nämlich die Säure schon bei der plötzlichen Berührung einen Theil des im Muskel enthaltenen Syntonins, und dies wäre der erste Fall, welcher die Reizung erklären könnte, oder die Reaction des Querschnittes schlägt plötzlich aus der neutralen oder alkalischen in die saure um, was ebenfalls mit einer merklichen chemischen Alteration der contractilen Substanz ganz gleichbedeutend wäre. Obgleich man nun meinen sollte, dass vorzugsweise die Veränderung, welche am geschwindesten

eintreten kann, die Reizung bedingt, was in diesem Falle ohne Zweifel die Aenderung der Reaction sein würde, so lässt sich doch nachweisen, dass gerade die verdünnte Salzsäure nicht hierdurch wirkt, sondern, wie man nicht anders annehmen kann, eben nur, weil sie einen Theil des Syntonins augenblicklich löst. Wie ich unten zeigen werde, giebt es Körper, welche ebenfalls die Reaction des Muskelsaftes augenblicklich verändern, welche aber trotzdem nicht erregend auf den Muskel wirken, es kann also das blosse Umschlagen aus der alkalischen in die saure Reaction die Muskelzuckung nicht bedingen, sondern es muss noch etwas anderes hinzukommen, wofür man in diesem Falle gewiss die Löslichkeit des Syntonins in der reizenden Flüssigkeit beanspruchen darf, um so mehr, als sich in der That in jener, nachdem sie zu circa 50 Versuchen verwendet worden war, durch vorsichtiges Zusetzen einer äusserst verdünnten Lösung von $NaO\,CO^2$ ein wenn auch sehr geringer flockiger weisser Niederschlag erkennen liess, welcher sich bei weiterem Zusatze des $NaO\,CO^2$ wieder auflöste.

Die hier gegebene Erklärung mag nun der Natur entsprechen oder nicht, vor der Hand bleibt sie jedenfalls die einfachste, und es scheint mir wichtiger, den Versuch von einer anderen Seite her zu sichern. Derselbe zeigt nämlich eine ausserordentliche Verschiedenheit zwischen Muskel und Nerv in ihrem Verhalten gegen chemische Agentien, eine Differenz, welche vor einiger Zeit schon von v. Wittich geltend gemacht wurde, der die bei Wasserinjectionen durch die Gefässe der Frösche entstehenden Muskelzuckungen aus einer nur auf den Muskel, nicht auf den Nerven, wirkenden Eigenschaft des destillirten Wassers herzuleiten suchte. Ich werde in dem Folgenden auf diesen Gegenstand zurückkommen, hier sei nur ein Versuch erwähnt, zu welchem die Untersuchung von v. Wittich Veranlassung gab. Da nämlich eine scheinbar so indifferente Flüssigkeit, wie eine HCl von 1 pro Mille sich als kräftiger Muskelreiz erwies, so konnte man wohl auch voraussetzen, dass reines destillirtes Wasser denselben Erfolg haben würde. Es ist mir aber niemals ge-

lungen, durch Berührung des Muskelquerschnittes mit reinem destillirten Wasser von einer zwischen 20 und 30° C. schwankenden Temperatur überhaupt Zuckungen zu erhalten, wohl aber, wenn ich den Muskel in grösserer Ausdehnung längere Zeit darin verweilen liess, eine Erscheinung, welche indessen später besprochen werden soll.

Die vorliegende Mittheilung macht auf Vollständigkeit keinen Anspruch, sie soll vielmehr nur einige Thatsachen umfassen, welche für die Lehre von der directen und indirecten Muskelreizung nicht ohne Interesse sind, und in diesem Sinne habe ich hier noch Einiges über die Wirkung anderer Säuren hinzuzufügen. Die Schwefelsäure habe ich vor allen Dingen gemieden, weil, wie auch Eckhard angiebt, ihre Wirkungen auf den Nerven von dem Einflusse thermischer Erregungen schwer zu trennen sind; sie bietet also keine Anhaltspunkte zur Vergleichung dar. Hingegen lässt sich von der Salpetersäure ganz dasselbe, wie von der Salzsäure sagen. Nur bei einer beträchtlichen Concentration vermittelt der eingetauchte Nerv Zuckungen, was ebenfalls geschieht, wenn sie auf den Muskel direct applicirt wird. Wird die Säure aber über 15 pCt. hinaus mit Wasser verdünnt, so hört ihre erregende Wirkung für den Nerven auf, nicht aber für den Muskel, der selbst noch durch eine Säure von nur 5 pro Mille und darunter von seinem Querschnitte aus zum Zucken gebracht werden kann. Letzteres erklärt sich auch bei dieser Säure wiederum durch die Eigenthümlichkeit, in solcher Verdünnung noch das Syntonin zu lösen; jedenfalls muss aber auch ihre ausserordentliche Fähigkeit alle ausser dem Syntonin im Muskel vorhandenen Eiweisskörper zu coaguliren, mit in Betracht gezogen werden, eine Wirkung, welche sich in dem folgenden Versuche sehr deutlich zeigen lässt.

Man tauche zwei M. sartorii von demselben Frosch gleichzeitig, den einen in destillirtes Wasser, den anderen in NO^5 von 1 pro Mille. Beide Muskeln sterben ziemlich rasch in den Flüssigkeiten ab, man muss sich daher bei dem Versuche etwas beeilen. Nach einigen Minuten findet man in-

dessen, wenn man beide Muskeln den Strömen der secundären Rolle des du Bois'schen Schlittenapparates aussetzt, dass der in NO^5 gelegene Muskel eine grössere Erregbarkeit besitzt, als der andere. Man findet, dass die secundäre Spirale der primären des Apparates mehr genähert werden muss, um den in Wasser gelegenen Muskel zu erregen, als bei dem, welcher in der NO^5 verweilte, eine Differenz, welche nicht durch das bessere Leitungsvermögen der NO^5 gegenüber dem destillirten HO erklärt werden kann, da nach einiger Zeit der mit HO imprägrirte Muskel seine Erregbarkeit schon ganz verloren hat, schon völlig todtenstarr ist, wenn der andere noch mehrere Minuten lang auf die Ströme des Apparates reagirt. Ohne Zweifel coagulirt die verdünnte NO^5 das Eiweiss, sowie sie den Muskel benetzt, und das Coagulum schützt sodann den Muskel während kurzer Zeit vor dem rascheren Eindringen der Säure. Ausser der NO^5 habe ich noch einige Versuche mit PO^5, $\bar{A}c$ und CrO^3 angestellt. Letztere wirkt selbst ganz concentrirt in völlig gesättigter Lösung nicht der Art auf den Nerven, dass Zuckungen in den davon versorgten Muskeln entstehen, wogegen man die Lösung ziemlich bedeutend verdünnen kann, ohne dass sie ihre reizenden Eigenschaften für den Muskelquerschnitt einbüsst. PO^5 und $\bar{A}c$ können ebenfalls noch in ziemlicher Verdünnung als Muskelerreger benutzt werden, die Dämpfe der concentrirten $\bar{A}c$ haben sogar denselben Erfolg. Will man dagegen durch Application dieser beiden Säuren auf den Nerven die Muskeln zucken sehen, so ist es nöthig, sie in der grösstmöglichen Concentration anzuwenden.

Die Wirkung der Alkalien.

Seltsamer Weise existirt bei den Alkalien kein so grosser Unterschied wie bei den Säuren in Hinsicht auf ihre Fähigkeit vom Nerven aus, oder direct auf den Muskel angewendet, Zuckungen zu bewirken.

Eckhard giebt an, dass Lösungen von Aetzkali oder Natron, um mit Sicherheit erregend auf den Nerven zu wirken, einer Concentration von 1,8 pCt. bedürfen, dass indes-

sen auch Lösungen bis zu 0,8 pCt. sich bei sehr reizbaren Froschschenkeln noch als wirksam erweisen. Bei der Wiederholung der Eckhard'schen Versuche bediente ich mich ebenfalls des nach du Bois' Methode präparirten Froschschenkels, jedoch mit der Vorsicht, dass ich stets das möglichst hoch genommene Stück des höchst erregbaren Plexus ischiadicus mit seinem Querschnitte in die zu untersuchende Lösung eintauchte. Die Versuche wurden ferner im Sommer an sehr grossen kräftigen Wasserfröschen angestellt, und daher mag es kommen, dass ich ganz constant bei der von Eckhard angegebenen Grenze (0,8 pCt.) die Schenkelmuskeln zucken sah, und dass dies in der Regel auch noch der Fall war, wenn die Lösung nur 0,1 pCt. enthielt. Hiermit kann ich zugleich einer ähnlichen Angabe von Schiff beitreten, welche ich später in dessen neu erschienenem Lehrbuche der Physiologie verzeichnet fand. Die Resultate sind indessen nicht ganz constant, obgleich sich angeben lässt, dass die Zuckungen beim Eintauchen des Querschnittes der Nerven fast immer eintreten, was beim Eintauchen einer Nervenschlinge, also des natürlichen Längsschnittes, nicht stets der Fall ist. Letzteres kann indessen, abgesehen von dem langsameren Eindringen der Flüssigkeiten durch das Neurilemm und sämmtliche Markscheiden, auch darin seinen Grund haben, dass man bei dem Formen der Schlinge stets genöthigt ist, eine tiefer gelegene Nervenstrecke anzuwenden, welche nach Pflüger's und Rosenthal's Untersuchungen über die Curve der Erregbarkeit, auch in der That weniger erregbar ist, als der höher gelegene Plexus ischiadicus. Ganz im Gegensatze nun zu den Säuren verhalten sich die beiden genannten Alkalien gegen den frischen Muskelquerschnitt. Concentrirte Lösungen bringen ebenfalls auch hier Zuckungen hervor, und dasselbe lässt sich auch noch erreichen, wenn man verdünnte Lösungen anwendet, selbst bis zu 0,3 und 0,2 pCt. hinab. Bei so schwachen Lösungen ist indessen das Resultat eben so wenig ganz constant wie bei den Nerven, und wenn man Lösungen von 0,1 pCt. anwendet, blei-

ben die Zuckungen in der Regel ganz aus. In Hinsicht auf ihre Erregbarkeit durch Kali oder Natron stehen also die Muskeln und Nerven ziemlich gleich, und vielleicht sprechen die Verhältnisse, wenigstens für den erregbarsten Theil des Nerven, den Plexus ischiadicus, selbst zu Gunsten des letzteren, da eine Lösung von 0,1 pCt. hier meist noch wirksam ist.

Taucht man Froschmuskeln (am geeignetsten immer den M. sartorius oder die MM. adductores) ganz in die Lösung selbst bis zu 0,1 pCt. verdünnter Alkalien ein, so ziehen sie sich scheinbar tetanisch zusammen, verlieren aber dann fast augenblicklich ihre Erregbarkeit selbst für die stärksten Ströme des Inductionsapparates, und es ist auch hier nicht zu entscheiden, ob der Muskel vor seinem Tode den Zustand der activen Contraction durchmachte.

Die dritte ätzende Base, welche die Chemie den beiden Alkalien anreiht, das aus aller chemischer Regelmässigkeit heraustretende Ammoniak, verhält sich auch zu den animalen Organen ganz anders als jene. Wie bekannt, verspüren die Geruchsorgane ein Gefäss mit concentrirtem Ammoniak schon aus einer beträchtlichen Entfernung, und merkwürdiger Weise scheint ein senkrecht mit seinem entblössten Querschnitt herabhängender Sartorius des Frosches in dieser Beziehung unserer Nase nicht nachzustehen. Sowie man nämlich bei der Ausführung von Reizversuchen mit NH^3 in der Nähe des Muskels den stechenden Geruch wahrzunehmen beginnt, verfällt das Präparat auch bereits in Zuckungen, welche bis zum vollständigen Tetanus gesteigert werden können, wenn man das Gefäss mit dem Ammoniak dem Muskel von unten her immer mehr nähert. Hat man die Dämpfe des NH^3 mit einiger Schonung angewendet, so lässt sich der Versuch, selbst ohne Anlegung eines neuen Querschnittes, 5 bis 6 Mal hintereinander wiederholen, sobald man nur jedesmal dem Muskel Zeit lässt, nach den Zuckungen zur Ruhe und seiner ursprünglichen Länge wieder zurückzukehren. Die Empfindlichkeit des Muskels für das Ammoniak ist so

gross,[1]) dass seine Zuckungen fast eben so gut wie die Salmiaknebel mit Salzsäure die Gegenwart desselben anzeigen können, aus welchem Grunde es mir auch unmöglich war, den Grad der Verdünnung zu bestimmen, bei welchem das Ammoniak noch Zuckungen erzeugt, indem der Muskel selbst bei einer wässrigen Auflösung, die kaum nach NH^3 roch, schon vor der Berührung mit der Oberfläche zu zucken begann.

Es ist nun gewiss im höchsten Grade auffallend, dass ein Körper, der wie gezeigt so heftig erregend auf das Muskelgewebe selbst wirkt, an keiner Stelle des Nerven, in keinem Concentrationszustande denselben so zu verändern vermag, dass Zuckungen in den davon versorgten Muskeln entstehen. Ich muss Eckhard in dieser Angabe völlig beistimmen: niemals gelingt es, selbst mit höchst concentrirtem NH^3, auf den Nerven erregend zu wirken, niemals treten Muskelzuckungen ein, wenn nur die Nerven dem Ammoniak ausgesetzt werden. Die entgegenstehenden Angaben von Funke und Anderen, welche behaupten, nach dem Betupfen des Nerven dennoch Zuckungen gesehen zu haben, glaube ich einfach daraus erklären zu dürfen, dass man bei Anstellung der Versuche die Muskeln selbst nicht gehörig vor dem sehr flüchtigen Ammoniak geschützt hat. Bedient man sich z. B. statt des blossen Unterschenkels des Galvani'schen Präparates, so wird man fast jedesmal die Schenkel zucken sehen, aber einfach deshalb, weil bei diesem Präparat nackte Muskelquerschnitte unvermeidlich sind; gerathen aber die Muskeln des Oberschenkels einmal in Zuckungen, so werden diese auch in der Wade und den Zehen nicht lange ausbleiben, in Folge der nothwendig eintretenden secundären Zuckung, hervorgebracht durch die negative Stromesschwankung bei der Contraction der direct gereizten Muskeln, welche den zwischen ihnen ge-

1) Es giebt indessen auch noch andere flüchtige Körper, welche denselben erregenden Einfluss ausüben, z. B. die empyreumatischen Producte im Tabacksrauch, was hier nur erwähnt sein mag, um vor dem Rauchen bei Anstellung derartiger Versuche zu warnen.

betteten nach dem Unterschenkel verlaufenden Nerven in den Zustand der Erregung mit Nothwendigkeit versetzen muss. Bedient man sich dagegen des nach du Bois hergerichteten Unterschenkels, so hat man eine directe Muskelreizung weniger zu fürchten, weil einerseits keine Muskelquerschnitte zu Tage liegen, andererseits aber auch die grösseren Muskeln des Unterschenkels mit dickeren Bindegewebsüberzügen bekleidet sind. Will man dagegen den Versuch ganz rein von allen Vorwürfen anstellen, so muss man dennoch den Nerven des Präparats allein dem Ammoniak aussetzen, was sehr leicht dadurch zu erreichen ist, dass man ihn durch das enge Loch einer Glasscheibe zieht, die Zwischenräume mit wenig Fett verkittet, und nun das Ammoniak so damit in Berührung bringt, dass die Muskeln selbst durch die Glasscheibe vollständig vor den schädlichen Dämpfen geschützt werden. So oft ich den Versuch in dieser Form auch wiederholte, niemals sah ich weder beim Eintauchen, noch beim längeren Verweilen des Quer- oder Längsschnittes des Nerven in dem NH^3 Zuckungen erfolgen, obgleich meist sehr erregbare Nerven zu den Versuchen genommen wurden. Das NH^3 bringt also nur Zuckungen hervor, wenn die contractile Substanz selbst damit in Berührung geräth.

Ausser dem Ammoniak habe ich noch eine vierte Base in's Bereich dieser Versuche gezogen, nämlich den Kalk, bei welchem indessen quantitative Bestimmungen ebenfalls unterbleiben mussten wegen der technischen Schwierigkeiten, welche sich den Versuchen entgegengestellt hätten, da die Einflüsse der Atmosphäre (der CO^2) hätten entfernt werden müssen. Zudem enthält das Kalkwasser so wenig von der Base in Lösung, dass dasselbe als untere Grenze der Concentration bereits genügen konnte, um so mehr, als die ersten Versuche auch schon zeigten, dass der Nerv durch Kalkwasser seiner Erregbarkeit bald verlustig wird, dass die Einwirkung aber niemals der Art ist, dass Zuckungen in dem von ihm versorgten Muskel entstehen. Umgekehrt ist es bei dem Muskel. Wird ein Muskelquerschnitt auf die Oberfläche des Kalkwassers gebracht, so entsteht sofort mei-

stens eine Zuckung, welche an Heftigkeit indessen den durch Kali oder NH^3 erzeugten sehr nachsteht. Hingegen kann man, was mit den Alkalien z. B. und auch mit den Säuren nicht gelingt, ein und denselben Querschnitt wiederholt durch Kalkwasser reizen, und auf diese Weise 6 bis 8 Mal hinter einander Zuckungen hervorbringen. Taucht man den ganzen Muskel in die Flüssigkeit ein, so erfolgt, wie bei den übrigen bisher beschriebenen Reizmitteln, sehr rasch völlige Starre.

Die Wirkung der Metallsalze.

Die Metallsalze sind trotz ihrer energischen Einwirkungen auf Albuminlösungen dennoch, wie Eckhard gefunden, fast alle keine Erreger für die Nerven. Sie tödten denselben in mehr oder minder kurzer Frist, erregen aber niemals Muskelzuckungen. Nur beim salpetersauren Silberoxyd fand Eckhard eine Ausnahme, welche er indessen, seinem Ausspruch zu Liebe, dass alle Metallsalze unwirksam seien, auf eine ganz besondere Art zu erklären sucht, nämlich so, dass bei dem Eintauchen des Nerven in Höllensteinlösungen das Salz zersetzt, und NO^5 frei werde, welche letztere in diesem Falle als Erreger wirke. Obgleich ich in allen übrigen Theilen die Angaben Eckhard's vollkommen bestätigen kann, so glaube ich doch hervorheben zu müssen, dass es mir mindestens willkürlich erscheint, zu einer solchen Annahme zu greifen, namentlich bei einem Gegenstande, dessen Complicirtheit durchaus nicht geeignet ist, Hypothesen hervorzurufen, wo man mit einfachen Versuchen einen Ausweg finden kann.

Zunächst möchte ich gegen die Eckhard'sche Annahme von der Wirkungsweise des $AgO\,NO^5$ einwenden, dass das Erste, was zweifelsohne geschieht, wenn der Nerv damit in Berührung kommt, die Entstehung von $AgCl$ und $NaO\,NO^5$ ist, durch welchen Process niemals NO^5 frei werden kann. Was bei der Einwirkung des Höllensteines auf die übrigen organischen Substanzen des Nerven geschieht, wissen wir nicht, sicher ist nur, dass, falls schwarzes Silber ausgeschie-

den wird, auch die dazu gehörige Säure ausgeschieden werden muss. Jedenfalls würde aber, wenn dieser Fall auch wirklich stattfände, die so zersetzte Lösung des Ag O NO^5 immer noch eine so ausserordentlich verdünnte NO^5 vorstellen, dass sie nach Eckhard's eigenen Angaben gar nicht erregend wirken könnte, da hierzu, wie bereits erwähnt, eine beträchtlich concentrirte Säure nothwendig ist. Der directe Versuch widerlegt zudem die Eckhard'sche Erklärungsweise. Man tauche einen Nerven in eine ganz neutrale Lösung von Ag O NO^5. Es entstehen sofort sehr heftige aber rasch vorübergehende Zuckungen in dem dazu gehörigen Unterschenkel. Jetzt ziehe man den Nerven aus der Lösung heraus, und man wird finden, dass er nicht im Mindesten geschwärzt erscheint. Auf einen Streifen blaues Lackmuspapier geworfen, und darauf zerquetscht, wird man ihn niemals die blaue Farbe in Roth verwandeln sehen. Die Zuckung war also bereits hervorgerufen, ohne die von Eckhard für nöthig erachtete Zersetzungsweise des angewendeten Salzes.

Alle übrigen Angaben Eckhard's über die Wirkung der Metallsalze kann ich dagegen bestätigen. Sie tödten die Nerven rasch und vollständig ohne Zuckungen hervorzubringen, und ich bin sicher, dass jeder, der die Versuche häufig angestellt, zu demselben Resultate kommen wird. Damit ist indessen nicht gesagt, dass es sich nicht unter vielen Fällen bisweilen ereignen kann, dass der Schenkel zu zucken beginnt in dem Augenblicke, wo der Nerv die Salzlösungen berührt, vielmehr wird man bei sehr reizbaren Präparaten dergleichen öfter beobachten. Dasselbe geschieht aber dann auch, wenn man den Nerven sonst irgendwie berührt, oder mit kaltem Wasser benetzt, eine Erscheinung, welche übrigens jeder Physiologe bereits kennt.

Ausser den von Eckhard untersuchten Salzen habe ich noch das Eisenchlorid, das neutrale und das basisch essigsaure Bleioxyd geprüft, welche ebenfalls für den Nerven unwirksam sind, ohne Ausnahme aber auf den Querschnitt des Muskels gebracht kräftige Zuckungen veranlassen. Eine genauere Untersuchung des zur Wirksamkeit nothwendigen

Procentgehaltes der Lösungen stellte ich dagegen bei dem schwefelsauren Kupferoxyd an, wobei ich fand, dass die Lösungen in allen Concentrationen bis hinab zu einem Gehalt von 4 pCt. (des wasserfreien Salzes) ausnahmslos bei directer Reizung Muskelzuckungen bewirken. Bei verdünnteren Lösungen wird der Erfolg unsicher; ich sah indessen sehr erregbare Präparate auch noch durch solche von 2,5 pCt. in Zuckungen gerathen.

Bekanntlich wirken andere Salze als die der Metalle, z. B. das Chlornatrium, als heftige Erreger auf den Nerven. Dasselbe gilt auch für den Muskel, für die Methode der directen Reizung, mit dem Unterschiede aber, dass die Lösungen viel concentrirter sein müssen für den Nerven, wie für den Muskel. Besonders auffallend stellt sich das Verhältniss heraus bei Lösungen von Chlorcalcium, welche nur in ganz concentrirtem Zustande für den Nerven wirksam sind, selbst bei 50facher Verdünnung der gesättigten Lösungen aber noch die Muskeln in Zuckungen versetzen.

Soviel über die Reizung mittelst unorganischer Stoffe, woraus im Allgemeinen hervorgeht, dass der Nerv eines stärkeren Erregers, concentrirterer Lösungen der chemischen Körper als der Muskel bedarf, ein Gesetz, das am evidentesten aus den Reizversuchen mit NH^3 und den Lösungen der meisten Metallsalze hervorgeht, indem diese Körper in keiner Concentration, an keiner einzigen Stelle seines ganzen Verlaufes den Nerven unter keinen Umständen erregen, dagegen sich als kräftige Muskelreize bewähren.

Ich gehe zur Beschreibung der Wirkung mehrerer organischen Stoffe über, unter denen ich eine kleine Zahl auswählte, welche vor der Hand zum Theil wenigstens geeignet sein könnten, als Repräsentanten einer grösseren Anzahl von Körpern zu dienen. Ich werde vorläufig nur die reinen Versuchsresultate erwähnen, denen am Schlusse die nothwendigen Betrachtungen und Folgerungen hinzugefügt werden sollen.

Die Wirkung der organischen Säuren.

Bei der Beschreibung der Wirkung der unorganischen Säuren war bereits erwähnt, dass die Essigsäure nur in sehr concentrirtem Zustande auf den Nerven einen erregenden Einfluss habe, dass dagegen ihre schon bei Zimmertemperatur entweichenden Dämpfe den Muskel zum Zucken bringen. Um so mehr war ich erstaunt, als ich bei der Prüfung der zweiten organischen Säure, der Oxalsäure, fand, dass diese weder auf den Nerven noch auf den Muskel einen erheblichen Einfluss ausübt, selbst nicht in ganz concentrirter wässeriger Lösung. Mit Ausnahme eines einzigen Falles sah ich nämlich niemals einen Froschschenkel zucken, wenn sein Nerv in die Oxalsäure getaucht wurde; Zuckungen des Sartorius nach Berührung seines Querschnittes mit der Säure waren dagegen häufiger, aber durchaus nicht mit den bei sehr verdünnten Mineralsäuren enthaltenen Resultaten zu vergleichen. Trotz öfterer Wiederholung der Versuche, und trotzdem die Präparate meist sehr grossen kräftigen Fröschen entnommen waren, gelang es mir aber doch nur recht selten unzweideutige Zuckungen zu erhalten, welche auch im günstigsten Falle an Stärke jeder der bisher beschriebenen durch chemische Reize erzeugten Contractionen bedeutend nachstanden.[1])

Die dritte organische Säure, die Milchsäure, zeigte anfangs noch weit merkwürdigere Wirkungen. Ich tauchte den Nerven in die ganz concentrirte syrupöse Säure ein, und sah alsbald Zuckungen im Schenkel eintreten. Benetzte ich dagegen den frischen Querschnitt eines Muskels mit derselben Säure, so blieben die Zuckungen aus, der Muskel verharrte in völliger Ruhe, und nur nachdem ich ihn ganz mit der Säure bedeckt hatte, zog er sich langsam zusammen, um

1) Die geringe Wirksamkeit der C^2O^3 dürfte geeignet sein, die oben erwähnte Vermuthung, dass die sehr verdünnte HCl und NO^5 nicht durch Neutralisation der Muskelflüssigkeit, sondern durch Lösung des Syntonins erregend wirken, zu unterstützen.

in den bekannten Zustand der Starre überzugehen. Hier war also das Verhältniss umgekehrt, wie bei den meisten anderen Körpern, da ein für den Nerven höchst wirksamer Reiz, bei directer Application auf den Muskel sich unwirksam zeigte. Das wunderbare Phänomen erklärt sich aber leicht, und zwar durch die einfache Abänderung des Versuches, dass man die concentrirte Säure vorher etwa mit ihrem halben Volum destillirtem Wasser verdünnt. In so verdünntem Zustande wirkt sie nämlich kaum mehr auf den Nerven, die Muskelzuckungen bleiben in den meisten Fällen aus, wenn der Schenkelnerv, gleichviel ob mit seinem Längs- oder Querschnitt, eingetaucht wird, der Muskelschnitt dagegen zeigt gegen diese Säure eine eben so grosse Empfindlichkeit, wie gegen die Mineralsäuren, indem kräftige Zuckungen der Berührung folgen. Es ist klar, dass die dickliche syrupöse Beschaffenheit der concentrirten Milchsäure der Grund sein muss, weswegen sie auf den Muskel nicht wirkt, indem diese Eigenschaft ihr Eindringen in die Substanz der Muskelcylinder nicht zulässt. Verdünnt man sie aber mit Wasser, so wird ihr der Weg in's Innere derselben eröffnet, und jetzt zeigt sich ihre Zuckung erregende Wirkung, welche selbst noch bestehen bleibt, wenn 1 Volum der concentrirten Säure mit dem 20fachen Volum Wasser verdünnt wird. Treibt man die Verdünnung noch weiter, so bleiben die Muskeln in Ruhe, sowohl wenn die Säure direct applicirt wird, als wenn man den Nerven darin versenkt. Eine so höchst verdünnte Säure beschleunigt aber nichtsdestoweniger den Eintritt der Muskelstarre.

Von einer anderen organischen Säure, der Carbolsäure, die auch in Hinsicht auf ihre chemische Constitution geeignet ist, uns zu den später folgenden Körpern, dem Alkohol etc. überzuleiten, ist es schon durch Eckhard bekannt, dass sie sehr heftig auf die Nerven wirkt, und auf diese Weise kräftige Zuckungen in den Muskeln erzeugt, und ich kann mich auch hier wiederum den Angaben Eckhard's anschliessen, dass nämlich das Kreosot jedesmal Zuckung vom Nerven aus erzeugt. Ueberlegt man sich die ausserordentlich ätzenden Eigenschaften dieses Körpers, so wird

man weit entfernt sein, diese Erscheinung merkwürdig zu finden, da es fast keinen organisirten Körper giebt, der nicht durch das Kreosot mehr oder weniger afficirt würde. Legt man z. B. einen Muskel hinein, so schrumpft er augenblicklich zusammen, wird weiss und undurchsichtig, und nach kurzer Zeit so brüchig, dass man ihn in Stücke zerbrechen kann. Trotz alledem ist es aber eine sehr seltene Erscheinung, dass ein Musc. sartorius, den man blos an seinem Querschnitte mit dem Kreosot in Berührung gebracht, Zuckungen zeigt. Ich muss mich hier mit der Angabe begnügen, dass unter zehn derartigen Versuchen etwa einmal eine Zuckung, aber von sehr geringer Energie, beobachtet werden konnte, und muss es vorläufig dahin gestellt sein lassen, woher diese Ungleichmässigkeit in den Resultaten stammt. Als Mittel indessen aus allen Versuchen, die ich angestellt, glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass das Kreosot ein kräftiger Erreger für den Nerven, aber nicht für den Muskel ist.

Die zweite Classe von organischen Körpern, deren Wirkungsweise ich versuchte, besteht aus einigen flüchtigen Körpern, dem Alkohol, dem Aether und dem Chloroform. Es ist bekannt, dass sehr starker oder absoluter Alkohol erregend auf den Nerven wirkt, ebenso, wie bei dem Kreosot, gelingt es aber nur höchst selten, den Muskel dadurch zur Zusammenziehung zu bringen, und zwar gilt dies für jeden Concentrationsgrad des Alkohols. Der Aether und das Chloroform hingegen bewirken, auf den Nerven angebracht, fast niemals Muskelzuckungen, während ihre Dämpfe, deren Einmischung bei den Versuchen unvermeidlich ist, schon mehr oder minder schädlich auf den Muskel wirken. Nähert man ein offenes Gefäss mit Aether einem in der oben beschriebenen Weise zugerichteten M. sartorius, so zieht sich derselbe langsam zusammen, und verharrt sodann in einem Zustande, in welchem selbst kräftige Inductionsströme keine bemerkbaren Zuckungen mehr hervorbringen können. Es ist mir aber mehrere Male gelungen, einen so behandelten Muskel nach längerem Verweilen in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume wieder das normale Ansehen und seine frühere Er-

regbarkeit wieder zu geben. Da der Muskel übrigens schon durch die Dämpfe des Aethers in den bezeichneten Zustand verfällt, so war es natürlich auch unmöglich, ihn durch Berührung seiner Schnittfläche mit der Flüssigkeit selbst in Zuckungen zu versetzen. Bei dem Chloroform nun beobachtet man häufig etwas ganz ähnliches, wie beim Aether, man kann aber, wenn man dasselbe rasch gegen den Querschnitt des Muskels führt, häufig Zuckungen dadurch hervorbringen, indem das weniger flüchtige Chloroform nicht Zeit hat, den Muskel durch seine Dämpfe in den starreartigen Zustand zu versetzen. Taucht man einen Froschmuskel aber ganz in Chloroform oder auch in Aether ein, so schrumpft er völlig zusammen und wird, wie es Kussmaul bezeichnet, chloroformstarr, nämlich todtenstarr, woraus er durch keinerlei Mittel wieder zu seinen früheren contractilen und erregbaren Eigenschaften zurückkehren kann. Die drei letzterwähnten Körper können also nicht für kräftige Erreger der contractilen Substanz gelten, eben so wenig wie für den Nerven, für welchen das Chloroform sogar überhaupt keine erregende Wirkung hat, und diese drei Körper schliessen sich daher manchen anderen Körpern an, welche gar keinen erregenden Einfluss auf beide Organe haben. Solche sind z. B. die fetten Oele, das Terpenthinöl und viele andere. Man darf indessen nicht glauben, dass diese Körper geeignet sind, die Erregbarkeit zu erhalten, da ein Muskel z. B. selbst in dem feinsten Olivenöl schliesslich, wie man sich ausdrücken kann, ersticken muss. Dasselbe Oel wirkt übrigens noch in anderer Weise, welche schwer zu deuten, aber leicht zu beobachten ist, und welche darin besteht, dass es den Muskel veranlasst, sich nach 20—30 Minuten darin kugelförmig zusammenzuballen. In Terpenthin verlieren Nerv und Muskel ohne vorhergehende Zuckungen rasch ihre Erregbarkeit.

Ich komme jetzt zu einigen scheinbar höchst unschuldigen Körpern, von denen man kaum einen erregenden Einfluss hätte erwarten sollen, zunächst zu dem Glycerin. Dasjenige, welches ich zu meinen Versuchen anwendete, war völlig neutral, nur sehr schwach gelblich gefärbt, und von rein süssem

Geschmack. Ohne Zweifel muss das Glycerin, da es süss schmeckt, auch die Nerven unseres Geschmacksorganes erregen, und es könnte darum weniger auffallen, dass es auch für den motorischen Nerven als Erreger gelten kann, wenn nicht selbst bei recht concentrirten und stark schmeckenden Zuckerlösungen eine derartige Wirkung vermisst würde. Taucht man nämlich den Nerven des Froschpräparats, einerlei, ob mit seinem natürlichen Längsschnitte oder seinem künstlichen Querschnitte, in concentrirtes Glycerin, so sieht man schon nach wenigen Secunden schwäche fibrilläre Zuckungen im Gastroknemius und den Zehenmuskeln eintreten, welche sich mehr und mehr über die ganze Breite der Muskeln ausdehnen, und zuletzt einem vollständigen Tetanus des ganzen Beines, wie man ihn bei Strychnin-Vergiftungen nicht schöner sehen kann, gleichkommen. Zieht man sodann den Nerven aus der Flüssigkeit heraus, so bleibt der Tetanus noch so lange bestehen, wie der benetzte Theil des Nerven überhaupt noch erregbar bleibt. Haben die Zuckungen aufgehört, was häufig erst nach einer halben Stunde der Fall ist, so findet man den Nerven ganz indifferent gegen die Ströme des Inductionsapparates, und auch durch Auswaschen desselben mit Wasser gelingt es nicht, ihm seine frühere Erregbarkeit wiederzugeben.

Ganz anders verhält sich nun der Muskel. Niemals treten Zuckungen ein, wenn der Querschnitt eines Sartorius in dasselbe Glycerin getaucht wird, und zwar, wie ich zeigen werde, aus demselben Grunde, wie bei den ganz ähnlichen Erscheinungen, welche eben von der Milchsäure geschildert worden. Auch das Glycerin ist nämlich ein kräftiger Muskelreiz, es dringt aber ebenfalls seiner dickflüssigen Beschaffenheit wegen nicht in den Muskel ein. Verdünnt man es aber mit seinem halben Volum destillirten Wassers, so sieht man die Muskeln allerdings noch nicht sogleich bei der Berührung damit in Zuckungen gerathen, das untere eingetauchte Stück biegt sich aber hakenförmig um, und nach kurzer Zeit beginnt dann auch der obere unberührt gebliebene Theil seine stossweisen Zuckungen.

Verdünnt man das Glycerin aber mit seinem 5fachen Volum Wasser, so zuckt der Muskel jedes Mal sogleich, wenn seine frische Schnittfläche die Mischung berührt. Bei einer Verdünnung mit dem 8fachen Volum HO beginnt die Erscheinung indessen unsicher zu werden, und Glycerin, das mit 10 Theilen HO verdünnt wurde, ist schliesslich ohne alle erregende Wirkung. Das Glycerin ist also innerhalb gewisser Concentrationsgrade bis zu einer beträchtlichen Verdünnung hinab ein Muskelreiz, und theilt insofern die Eigenschaft der meisten anderen reizenden Körper, als es in einer Verdünnung noch auf den Muskel wirkt, wo es schon aufgehört hat, für den Nerven wirksam zu sein, da in der That nur noch ein Gemisch von zwei Theilen Glycerin mit einem Theile Wasser erregend auf den Nerven wirkt. Bei einer Verdünnung zu gleichen Theilen oder weiter hinab kann es sogar als Flüssigkeit zum Conserviren der Nerven angewendet werden.

Der letzte Körper, welchen ich mir hier zum Schlusse noch anzuführen erlaube, ist ein Product des Thierkörpers selbst, die Galle, oder vielmehr ein Hauptbestandtheil derselben, das glycocholsaure Natron. Man hat schon seit langer Zeit behauptet, dass die Galle der Säugethiere oder auch der Frösche ein kräftiges Nervenreizmittel sei, wogegen von Anderen dieselbe Thatsache wiederum vielfach geläugnet worden ist.

Der Widerspruch ist indessen dadurch leicht zu lösen, dass die Galle der verschiedenen Thiere niemals dieselbe Menge fester Bestandtheile, niemals dasselbe relative Gewicht der unorganischen Salze und der gallensauren Alkalien zeigt. Nimmt man daher Galle aus der Gallenblase verschiedener Thiere, von verschiedenen Individuen, so wird man finden, dass Froschschenkel, deren Nerven man hineingetaucht, bald kräftig zucken, bald ganz in Ruhe bleiben. Ausnahmslos wird man aber finden, dass jedes Stück Muskel, das man in irgend welche Galle gelegt hat, in kurzer Frist sich so stark zusammenzieht, wie man sonst überhaupt nie einen Muskel sich contrahiren sieht. Diese schon vor

längerer Zeit von mehreren Physiologen beobachtete Thatsache hat indessen mit der Contraction eines lebenden und auf andere Weise gereizten Muskels nichts gemeinsames, denn die Erscheinung bleibt dieselbe, wenn die Muskeln vorher bereits ganz unerregbar durch alle anderen Reize, todtenstarr, oder sogar in Fäulniss übergegangen, und mit Pilzen bedeckt waren. Nichtsdestoweniger lässt sich aber nachweisen, dass die Galle dennoch auch für den lebenden Muskel ebenso wie für den lebenden Nerven ein Erregungsmittel ist. Hat man eine Galle, welche auf den Nerven keine Wirkung ausübte, so braucht man sie nur durch Verdunsten einer geringen Quantität Wasser etwas zu concentriren, um beim Eintauchen eines neuen Nerven sicher Zuckungen in dem davon versorgten Schenkel zu erhalten.

Die Galle bedarf also hierzu einer gewissen Concentration, welche in dem natürlich vorkommenden Secrete nicht immer erreicht ist. Jede Galle ist aber concentrirt genug, um von dem Querschnitte eines Muskels aus diesen zu Zuckungen zu bewegen, und deshalb wird man niemals bei einem Reizversuche dieser Art die Zuckung vermissen, auch nicht in dem Theile des Sartorius, wohin die Galle durch Imbibition noch nicht gedrungen war. Die gallensauren Alkalien sind es nun, welche beide Erfolge, sowohl den Zuckung erregenden Vorgang, als auch die eigenthümlichen Contractionserscheinungen an bereits abgestorbenen Muskeln, und zwar noch in sehr verdünnten Lösungen hervorrufen. Um den erforderlichen Concentrationsgrad kennen zu lernen, bediente ich mich einer wässrigen Lösung des reinen krystallisirten gallensauren Alkali's, das durch Ausfällen des alkoholischen Gallenextractes mit Aether erhalten worden war, und welches also kein freies Alkali enthalten konnte. Eine solche Lösung wirkt nun in allen Concentrationsgraden erregend auf den Muskelquerschnitt bis zu einem Gehalt von 2 und 3 pCt. des festen, trockenen Salzes. In stärkerer Verdünnung wirkt die Lösung nicht mehr. Lässt man aber den Querschnitt des Muskels längere Zeit damit in Berührung, so sieht man auch noch bei 1,7, 1,5 und 1 pCt. im oberen Theile

des Präparats Zuckungen erfolgen, welche aber bei Anwendung noch verdünnterer Lösungen fast regelmässig ausbleiben. Um aber durch Eintauchen des Nerven Zuckungen in den Muskeln zu erhalten, bedarf man einer Auflösung von mindestens 6 pCt., wodurch man immer noch starke Zuckungen erhält, die aber nicht so lange anhalten, als bei der Reizung mit Glycerin. Lösungen, welche nur 2 und 1 pCt. der gallensauren Salze enthalten, erregen den Nerven nie, ich sah sogar die Erregbarkeit eines Nerven für Inductionsströme innerhalb einer halben Stunde darin nicht merklich abnehmen.

Die bis hierher abgehandelten Versuche hätten leicht noch weiter ausgedehnt werden können, da das ganze Heer chemischer Körper auch dem Physiologen zur Verfügung steht. Ich ziehe es indessen vor, einstweilen hier abzubrechen, um in Kurzem auf die erhaltenen Resultate zurückzukommen. Die Mehrzahl der untersuchten Körper scheint sowohl auf den Nerven, wie auf den Muskel zu wirken, jedoch mit dem Unterschiede, dass der Muskel, um es kurz auszudrücken, sich reizbarer zeigt als der Nerv. So wirken die Mineralsäuren (H Gl, NO^5) auf den Muskel noch in ausserordentlicher Verdünnung, ein Theil der Salze (Na Gl, Ka Gl, Ca Gl) und organischen Körper (Āc, Milchsäure, Glycerin und die gallensauren Alkalien) immer noch bei einer Concentration, die auf den Nerven schon nicht mehr erregend wirkt. Eine 2te Classe verhält sich fast genau so zum Nerven wie zum Muskel (Ka O und Na O), die 3te Classe wirkt gar nicht auf die Nerven, dagegen sehr heftig auf die Muskeln ($Cr O^3$, $Cu O SO^3$, $Fe Gl^3$, basisch und neutrales Pb O Āc, Ca O und vor allem das Ammoniak), eine 4te Classe wohl auf den Nerven, aber kaum bei directer Berührung mit dem Muskel (Kreosot, Alkohol, ganz concentrirtes Glycerin und die nicht verdünnte Milchsäure), und endlich giebt es eine 5te Classe, welche aus Körpern besteht, die ohne allen erregenden Einfluss auf beide Organe sind (C^2O^3[?], die fetten Oele, Terpenthin).

Die erste Frage, welche sich hier nun aufwirft, ist die, ob bei der directen Reizung des Muskels mittelst chemischer Agentien nur die contractile Substanz oder die darin eingebetteten Nerven erregt wurden, und somit wären wir bei der leider so oft begonnenen Discussion über die Muskelirritabilität angelangt. Zur besseren Verständigung muss ich mir zuvor eine gewiss trivial lautende Umschreibung dieser Frage erlauben. Dass der Muskel nämlich irritabel sei, kann natürlich gar keinem Zweifel unterliegen, sobald man das Wort Reiz nur in dem einzig greifbaren Sinne des Auslösens der zur Contraction nothwendigen Kräfte auffasst. Bewirkt der erregte Nerv Zuckungen im Muskel, löst er also die genannten Kräfte aus, so ist es klar, dass dem Muskel durch die Bahn des Nerven ein Reiz zugekommen, und er würde nicht zucken, wenn er eben für diesen Reiz nicht empfänglich wäre, er ist also irritabel. Die eigentliche Aufgabe, welche die Physiologie hier vor sich sieht, kann also nicht die Entscheidung dieses Punktes sein, sondern die Aufgabe besteht vielmehr darin, ob man künstlich dasselbe leisten kann, was der erregte Nerv thut, ob man künstlich ebenso am Muskel den erregten Nerven substituiren kann, wie man durch alle physikalischen und chemischen Erreger den im lebenden Thiere allein thätigen Einfluss der Zustände des Rückenmarks oder Gehirns auf die centralen Ursprünge der Nerven an jedem Punkte ihres ganzen Verlaufes ersetzen kann. Man kann daher hier nur einen Weg einschlagen, nämlich den des Vergleiches der directen und indirecten (durch den erregten Nerven vermittelten) Muskelreizung, und in diesem Sinne haben alle Anstrengungen, welche man gemacht, um den Nerven allein seiner normalen Eigenschaften zu berauben, einen höchst schätzbaren Werth, namentlich deshalb, weil man für den Fall, dass dies gelänge, in aller Musse probiren könnte, welche Reize jetzt den Muskel zur Contraction zu bringen vermögen.

Ludwig, welcher der Entscheidung der Frage über die Muskelirritabilität besonders deshalb ein grosses Interesse beilegt, weil sie zugleich sich der Frage anreiht, ob überhaupt die

Gegenwart der Nerven eine nothwendige Bedingung für die Zusammenziehung, resp. für das lebensvolle Bestehen des Muskels sei, verlangt in erster Linie, dass es gelinge, Zuckungen zu erhalten von einem Muskel, der entweder keine Nerven besitzt, oder dessen Nerven bis an seine äussersten Spitzen functionell vernichtet sind.[1]) Die Lösung dieser Aufgabe ist nun in neuester Zeit auf zwei verschiedene Weisen versucht worden, zunächst durch die Versuche mit dem Curara, und später durch die Anwendung des constanten Stromes.

Vor einigen Jahren entdeckte nämlich Cl. Bernard in dem amerikanischen Pfeilgift, dem Woorara, Wurali oder Curara, eine Substanz, welche alle motorischen Nerven lähmt, die Muskeln aber völlig unverändert lässt, und somit schien das Mittel gefunden zu sein, um bei der directen Muskelreizung die Nerven zu beseitigen, um so mehr, als Kölliker nachgewiesen, dass die Lähmung der motorischen Nerven bei den im Muskel liegenden Aesten beginnt, und von da zu den Stämmen aufsteigt. Wie indessen Schiff in der ersten Lieferung seines neu erschienenen Lehrbuches der Physiologie gewiss mit Recht bemerkt, fehlt bis jetzt der Beweis, dass das Curara wirklich die allerletzten Nervenenden im Muskel, und nicht blos eine beschränkte Strecke der im Muskel liegenden Aeste lähmt,[2]) ein Einwand, der sich in keiner Weise wegläugnen lässt, und der so lange bestehen bleiben wird, bis das Gegentheil erwiesen. Um über die Berechtigung dieses Einwandes Aufschluss zu bekommen, giebt es natürlich kein anderes Mittel, als das Studium der directen Reizung der Muskeln mit Curara vergifteter Thiere, und derselbe würde an Kraft verlieren, wenn in der Erregbarkeit der Muskeln oder in der Form der Contractionen ein wesentlicher Unterschied von dem normalen Verhalten nachgewiesen würde. Das Einzige, was hierüber indessen bekannt geworden ist,

1) Siehe Ludwig's Physiologie. 1. Aufl. Bd. I. S. 355.

2) Derselbe Einwand ist von Kölliker bereits vorausgesagt. — S. Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte von A. Kölliker. Virchow's Archiv. Bd. X. S. 55.

sind einige Behauptungen von Cl. Bernard und Kölliker, welche sich einer experimentellen Kritik gegenüber aber leider nicht als stichhaltig erwiesen haben. Die Behauptung, dass die mit Wurali vergifteten Muskeln reizbarer seien, als die gesunder Thiere, ist durch die zierlichen Versuche Rosenthal's widerlegt worden, und es bleibt mir daher nur noch ein zweiter Gegenstand zu besprechen übrig, welcher sich auf die Form der Muskelcontraction und ihr Verhalten gegenüber chemischen Agentien bezieht.

Kölliker bemerkt nämlich (S. 73 a. a. O.): „Die willkürlichen Muskeln bleiben bei Urarivergiftungen vollkommen reizbar, zeigen jedoch eine grössere Geneigtheit zu blos örtlichen Contractionen.“ (S. 133 ebendaselbst): „Muskeln, deren Nerven durch Urari getödtet sind, zeigen bei localen Reizen sehr häufig nur locale, und zwar mehr tetanische Contractionen.“ Diesen Angaben schliesst sich Wundt an (Die Lehre von der Muskelbewegung), freilich ohne mit Wurali experimentirt zu haben, da er das Coniin dafür substituirte, mit dem Zusatz aber, dass chemische Reize bei den in Rede stehenden Muskeln ganz ohne Wirkung seien.[1])

Wenn ich nicht irre, fand Kölliker zu den angeführten Sätzen die Veranlassung in einem Versuche, den er an dem Reichert'schen Hautmuskel des Frosches angestellt, und welchen er S. 62 seiner Untersuchung ausführlich beschrieben hat. Dieser Muskel soll bei jeder Art der Anlegung der elektrischen Pincette nur locale Contractionen zeigen für den Fall, dass das Thier mit Wurali vergiftet, und die Nerven bereits gelähmt waren.

Ohne an der Richtigkeit dieser Beobachtung zweifeln zu wollen, muss ich mir doch erlauben, in dem Folgenden durch die Versuche, welche ich mit dem Musc. sartorius anstellte, das der Beobachtung entnommene Resultat in das Gegentheil umzuwenden, was um so weniger überraschen wird, als sich

1) Ich habe mich leider vergeblich bemüht, Etwas diesem Zusatze von Wundt Entsprechendes in der Kölliker'schen Arbeit aufzufinden; S. 12 ist sogar das Gegentheil davon bemerkt.

dabei ein sehr einfacher, nicht in der Vergiftung des Thieres gelegener Grund für den Erfolg des Kölliker'schen Experimentes herauszustellen wird.

Die Versuche, welche ich über das Verhalten der Muskeln mit Wurali vergifteter Thiere zu den chemischen Agentien angestellt, wurden sämmtlich in folgender Weise ausgeführt. Grosse und kräftige Frösche erhielten durch eine hoch am Rücken angebrachte Hautwunde eine hinreichende Dosis des Giftes, meist in Form von festen Körnchen, denen einige Tropfen Wasser nachgespritzt wurden. Nach Verlauf einer halben Stunde pflegten die Thiere ganz bewegungslos zu sein, und jetzt wurde zur Eröffnung und der Präparation geschritten. Zunächst wurden beide Plexus ischiadici blossgelegt, über die Bleche der stromzuführenden Vorrichtung eines Inductionsapparates gebrückt, und darauf Strömen von mässiger Stärke ausgesetzt. Zeigt sich nirgends in dem ganzen Schenkel eine Spur von Muskelzuckungen, so wurde sofort der Sartorius nach der oben beschriebenen Weise isolirt und befestigt, war die Lähmung der Nerven dagegen nicht vollständig eingetreten, so dass einige Muskeln zuckten, so wurden die Schenkel weggeworfen.[1])

1) Da in neuerer Zeit von Kölliker schon angedeutet, von Heidenhain (Ueber die Wirkung des Pfeilgiftes auf die Herznerven. Med. Centralztg.) aber besonders hervorgehoben ist, dass die verschiedenen nach Europa gelangten Portionen dieses Giftes verschieden auf die physiologischen Vorgänge wirken möchten, so muss ich hier ausdrücklich bemerken, dass alle von mir angestellten Versuche mit demselben Gifte vorgenommen sind, dessen sich die citirten Autoren auch bedient haben. Einen Theil verdanke ich der Gefälligkeit meines Freundes Dr. Kunde; es ist dasselbe, dessen sich Kölliker bei seinen ersten Versuchen bediente. Ein anderer Theil stammte aus der Calebasse des Herrn Professor du Bois-Reymond. (Dasselbe das von Bezold zu seinen Versuchen „über die Wirkung des Pfeilgiftes auf den Vagus" [Med. Centralztg.] verwendete.) Ein dritter Theil, mit welchem Herr von Bezold später experimentirte, und welcher gleich ist mit dem, welches Kölliker später angewendet, wurde ebenfalls von mir mitbenutzt. Bei allen diesen verschiedenen Giften fand ich eine so grosse Uebereinstimmung in den Resultaten, dass ich unmöglich eine qualitative Verschiedenheit der einzelnen Sorten annehmen

Die Versuche, welche ich nun mit den so vorbereiteten Muskeln angestellt, weichen in nichts von allen bisher erörterten ab. Auch hier wurden die frischen Querschnitte des M. sartorius einfach durch Berührung mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten gereizt. Das Resultat aller Versuche stimmt so sehr mit den von den normalen Muskeln beschriebenen Erscheinungen überein, dass ich mich der Mühe nicht zu unterziehen brauche, alle einzelnen Versuche anzuführen. Körper, welche nicht auf die gesunden Muskeln wirken, sind auch unwirksam für die vergifteten; Lösungen, welche soweit verdünnt sind (HCl 0,1 pCt., KaO 0,2 pCt.), dass sie in den gesunden Muskeln gerade noch Zuckungen hervorrufen, erregen auch die vergifteten Muskeln. Kurz Alles, was oben über die directe Muskelreizung mitgetheilt worden, gilt auch ohne Ausnahme für die Muskeln mit Curara vergifteter Frösche.

Man wird mir zugeben, dass kein Versuch geeigneter sein kann, die von Kölliker beschriebenen localen[1]) Zuckungen der mit Wurali vergifteten Muskeln hervortreten lassen, als ein in der geschehenen Weise angestellter chemischer Reizversuch an dem vergifteten Sartorius. Bei der elektrischen Reizung sind Täuschungen eher möglich, weil neben den Strömen grösserer Dichte zwischen den beiden Elektroden noch Stromescurven von geringerer Dichte den ganzen Mus-

---

kann. Besteht eine Differenz, so dürfte sie höchstens in der Quantität der dem Gifte beigemischten unwesentlichen Bestandtheile ihren Grund haben. Neuerdings habe ich auch ganz die nämlichen Resultate mit dem von Herrn Cl. Bernard mir gütigst überlassenen Gifte sowie mit dem isolirt dargestellten Curarin erhalten.

1) Das Wort „local" ist nach Kölliker's Beschreibung in zwei verschiedenen Weisen zu verstehen. Zuerst bedeutet es eine locale, nur auf einzelne Muskelbündel in der Längsrichtung des Muskels beschränkte Contraction. In einem zweiten Sinne aber bedeutet es eine nicht über die ganze Länge einer Faser sich erstreckende wirklich partielle Contraction einzelner Primitivbündel. Da die erstere Erscheinung auch bei gesunden Muskeln durch partielle Reizung erzeugt werden kann, so ist hier nur auf die zweite Deutung Rücksicht genommen.

kel durchziehen, welche unter Umständen hinreichen können, einen scheinbar local gereizten Muskel in seiner ganzen Ausbreitung direct zu erregen. Der chemische Reiz hingegen wirkt bis zu dem Augenblick des Eintritts der Zuckung nachweisbar direct nur in einer Ausdehnung von etwa 1 Mm. Wäre die Angabe Kölliker's richtig, so dürfte also mein Sartorius nur am unteren Ende anschwellen, und nicht, wie dies in Wirklichkeit der Fall ist, in der ganzen Länge seiner Fasern zucken. Von einer localen auf die gereizte Stelle beschränkten Zuckung kann also nicht die Rede sein, und obgleich ich selbst kaum glaube, dass der durch die chemische Reizung geführte Beweis noch eines zweiten Beweises bedarf, so sei es mir dennoch gestattet, auch für die elektrische Reizung dasselbe nachzuweisen, namentlich deshalb, weil Herr Kölliker auf einen mittelst der elektrischen Pincette angestellten Versuch gestützt, zu dem in Rede stehenden Ausspruche geführt wurde. Damit ein solcher Versuch beweisend sei, ist es selbstverständlich nothwendig, so zu verfahren, dass der Muskel nicht in allen seinen Theilen zugleich von Strömen gleicher Dichte durchflossen werde. Ich nahm daher den Sartorius eines möglichst grossen mit Wurali vollständig vergifteten Frosches, legte ihn mit einem Ende etwa 2 Mm. weit auf die soweit als möglich einander genäherten Platinbleche der du Bois'schen stromzuführenden Vorrichtung, und schob nun die mit derselben verbundene secundäre Rolle des Inductionsapparates allmälig an die primäre Rolle hinan. Es ist klar, dass hierbei ein Zeitpunkt eintreten muss, wo die Ströme nur in der die Bleche verbindenden Muskelstrecke hinreichen werden, erregend zu wirken, während der die Bleche überragende Theil des Muskels von Strömen durchflossen wird, welche noch nicht ausreichen können, um diesen Theil des Muskels zur Contraction zu bringen. Trotzdem aber contrahirt sich bei diesem Versuchen niemals zuerst die zwischen den Blechen liegende Muskelstrecke allein, sondern bei einem gewissen Grade der Annäherung der secundären Spirale an die primäre contrahirt sich stets der ganze Muskel in seiner ganzen Länge.

Dasselbe tritt ein, wenn man den Muskel umkehrt, und die Ströme zunächst das andere Ende des Muskels passiren lässt, oder wenn man irgend eine andere mittlere Strecke mit den beiden Enden vertauscht. Ganz ebenso sind die Erscheinungen, wenn man statt der inducirten Ströme von wechselnder Richtung den Extrastrom der primären Spirale benutzt, oder wenn man die Schliessungs- und Oeffnungszuckungen des Muskels bei einer constanten Kette beobachtet. In letzterem Falle hat man in dem Neumann'schen Rheochord eine passende Vorrichtung, welche die Beweglichkeit der secundären Rolle des Inductionsapparates ersetzt. Die Versuche widersprechen also dem von Kölliker gezogenen Schlusse, den man schwerlich als einen Ausnahmefall für den Reichert'schen Hautmuskel gelten lassen darf, um so mehr, da dieser Muskel kaum isolirt werden kann, ohne dass man den natürlichen Längsschnitt der Fasern mehrfach verletzt, wodurch einzelne Muskelpartieen sehr rasch absterben können, während andere noch erregbar bleiben; ein Umstand, der geeignet sein wird, die Erscheinung, welche Kölliker beschrieben haben mag, zu erklären.[1])

Die zweite Angabe Kölliker's, dass die mit Wurali vergifteten Muskeln bei directer Reizung keine einfache Zuckung, sondern eine Art von Tetanus zeigen, kann ich durchaus bestätigen, vorausgesetzt, dass man unter Tetanus nichts weiter versteht, als die rasche Folge mehrerer Zuckungen hintereinander, was sich in der That, namentlich bei der chemischen und mechanischen Reizung an jedem derartigen Muskel beobachten lässt. Schon beim Lostrennen des M. sartorius von seinem Ursprunge am Darmbeine sah ich sogleich den sehr auffallenden Unterschied eines vergifteten und eines normalen Muskels. Letztere zucken bei Anlegung des ersten Querschnittes in der Regel einmal; die vergifteten Muskeln dagegen beginnen sogleich eine Reihe von Zuckun-

1) Ueber örtliche Zusammenziehung vergifteter Muskeln vgl. noch die in dem 1. Hefte dieses Archiv's übersetzte Dissertation von Dr. Haber, S. 69 ff. (Anm. der Red.)

gen, welche häufig so lange anhalten, dass es unmöglich wird, fernere Versuche damit anzustellen. Hat man dann glücklich einen solchen Muskel aufgehängt und ihn vollständig zur Ruhe gebracht, so ruft die erste chemische Reizung seines Querschnittes einen wahren Sturm von Zuckungen hervor, welche sich durch Anlegung eines neuen oberhalb der benetzten Stelle gelegenen Querschnittes allerdings etwas beruhigen lassen. Der neue Querschnitt erzeugt aber von neuem dieselbe Erscheinung, und daher ist man genöthigt, jedem Reizversuche meist einen Muskel zu opfern, und da der Frosch deren nur zwei im Ganzen besitzt, so wird man mich hoffentlich entschuldigen, wenn ich keine weiteren Experimente aufführen kann, die im Stande wären, den Grund dieses sonderbaren Verhaltens aufzudecken. Taucht man einen solchen Muskel in die Zuckung erregende Lösung ein, so zieht er sich ebenso wie die gesunden Muskeln tetanisch zusammen, d. h. man kann die Zwischenstufe des contrahirten Zustandes und der Starre nicht mehr unterscheiden. Kölliker hat keine nähere Beschreibung davon gegeben, auf welche Art er die chemischen Reize applicirt, es ist mir aber nicht unwahrscheinlich, dass er beim Benetzen der Muskeln mit den Auflösungen der reizenden Substanzen auch diesen Zustand beobachtet, der allerdings noch mehr den Anschein eines wahren Tetanus hat.

Die Muskeln mit Wurali vergifteter Thiere zeigen also in dem zeitlichen Verlauf der Muskelzuckungen auf einen einmaligen Reiz einen grossen Unterschied im Vergleich zu den Muskeln unvergifteter Thiere, in der Erregbarkeit gegenüber chemischen Reizen scheinen sie sich aber nicht wesentlich anders zu verhalten. Wie sich in dieser Beziehung Coniin verhält, das Wundt statt des Wuralis anwendete, weiss ich nicht, da ich bisher nicht im Stande war, dieses Gift aufzutreiben. Die Art aber, wie Wundt die chemischen Reize auch bei diesen Versuchen applicirte, dürfte wohl nicht geeignet gewesen sein, die Frage zu entscheiden, wenn er kein wesentlich anderes Verfahren eingeschlagen, als das bei der chemischen Reizung an unvergifteten Thieren eingehaltene,

und ich glaube daher darauf rechnen zu dürfen, dass Hr. Wundt in dieser Beziehung seinen Lesern eine kleine Berichtigung seiner Resultate, oder wenigstens eine ausführlichere Beschreibung der mit dem Coniin angestellten Versuche nicht vorenthalten wird, da es unmöglich ist, nach der so kurz gehaltenen Darstellung dieses Theiles der „Lehre von der Muskelbewegung" die Experimente genau so zu wiederholen, wie der Verfasser sie angestellt.

Die zweite Methode, welche man angewendet, um bei der directen Muskelreizung die Nerven zu eliminiren, die Anwendung constanter Ströme, welche man in aufsteigender Richtung den Nerven durchfliessen liess, rührt von Eckhard her, welcher auf diesem Wege den bekannten Nachweis lieferte, dass der Muskel überhaupt nicht irritabel sei. Ohne hier weiter darauf eingehen zu wollen, dass Eckhard selbst vor der chemischen Muskelreizung in diesem Falle warnt, braucht nur daran erinnert zu werden, wie wenig die neue Lehre der schlagenden Logik Pflüger's gegenüber sich zu halten vermochte, sowie, dass es bis heute trotz aller Gegenerklärungen noch nicht erwiesen ist, inwieweit der constante Strom beim Durchleiten durch den Nerven auf die contractile Substanz selbst wirkt. Dieser Einwand ist es, den ich an dieser Stelle auch gegen Schiff geltend machen möchte, welcher die von von Wittich behauptete Bedeutung der Zuckungen bei Wasserinjectionen für die Entscheidung der Irritabilitätsfrage kurz damit abfertigt, dass man dieselben verschwinden machen könnte, wenn man den Nerven des zuckenden Gliedes über die Pole einer constanten Kette lege. Die Anwendung des constanten Stromes hat aber jedenfalls das vor der Vergiftung mit Wurali voraus, dass man mit grösserer Sicherheit die Nerven bis zu ihren äussersten Spitzen beherrschen oder gar functionell vernichten kann. Vielleicht dürften die chemischen Reizversuche gerade hier über die Veränderung des Muskels am besten Aufschluss geben können.

Ich komme zu einer dritten Methode, welche neuesten Ursprungs ist, und welche auf eine höchst einfache Weise

die Nerven bei der directen Muskelreizung ausschliesst. Hr. Wundt nämlich hat entdeckt, dass der Musc. gastroknemius des Frosches sogleich zu zucken beginnt, wenn man ihn auf seiner unteren Seite, wo der Nerv eintritt, mit Kochsalz bestreut, dass dagegen diese Zuckungen erst nach längerer Zeit eintreten, wenn man das Kochsalz auf die äussere entgegengesetzte Seite aufträgt. Noch auffälliger soll der Erfolg dieses Experimentes sein, wenn man statt des Gastroknemius den M. tibialis anticus benutzt, und zwar so, dass man den einen mit dem oberen, den anderen mit dem unteren Ende in Kochsalz steckt. Da der Nerv in diesen Muskel von oben her eintritt, so soll der erstere sogleich, der andere meist gar nicht zucken, und daraus schliesst Hr. Wundt, dass alle Zuckungen, welche durch chemische Erreger in den Muskeln hervorgebracht werden können, von der Erregung des Nerven herrühren, und dass die Muskelfaser selbst niemals auf chemische Reize reagire, und auf diese Weise rühmt sich Hr. Wundt das wichtige Gesetz entdeckt zu haben, dass die Muskelfaser selbständig reizbar nur durch den elektrischen Strom sei, jeder andere Reiz aber, der durch eine tief eingreifende Störung seines Molecularbaues den Nerven errege, auf den Muskel unwirksam sei. Man gestatte mir die Versuche, aus denen dieses wichtige Resultat gefolgert wurde, näher zu beleuchten. Vielleicht beweisen sie in Wirklichkeit etwas Anderes, das sich mit einiger Ueberlegung eher daraus folgern lässt. Zunächst ist der Musc. gastroknemius federförmig gebildet, mit kurzen Fasern von schrägem nach der Längsachse convergirendem Verlauf. Reizt man daher eine beschränkte Stelle desselben, wo die Nerven entweder nur sehr spärlich vertheilt oder so angeordnet liegen, dass eine hier erregte Faser nur die ganz in der Nähe liegenden Muskelfasern versorgt, wie das ohne Zweifel an der äusseren Seite des Gastroknemius der Fall ist, so kann sich natürlich auch nur diese beschränkte Anzahl von Muskelprimitivbündeln contrahiren. Man kann also schon aus einem der Anatomie entnommenen Grunde nicht erwarten, eine deutlich wahrnehmbare Zuckung des Muskels zu sehen, zu-

mal da der Theil, welcher allenfalls zuckt, im Kochsalz steckt. Das Unglück will ferner, dass der von Hrn. Wundt bevorzugte Muskel, da wo er den Erreger applicirte, mit einer Schicht sehr festen Bindegewebes bedeckt ist, das natürlich dem Eindringen des Kochsalzes eben nicht förderlich sein kann, während die contractile Substanz an den Stellen, wo der Nerv eintritt, fast frei zu Tage liegt, und von hier aus das Kochsalz sowohl auf den Nerven, als auf den Muskel wirken kann. Hätte man den Nerven eines Schenkels in Kochsalz gebettet, und zur Parallele die Achillessehne des Gastroknemius des anderen Beines mit demselben Mittel in Berührung gebracht, so würde man aus den Zuckungen des ersteren mit demselben Rechte das haben folgern können, was Hr. Wundt als ein neues Gesetz verkündet. Ich bin daher weit entfernt, die Thatsachen läugnen zu wollen, welche Hr. Wundt beobachtete, um so mehr, als man bei ihm deutlich herauslesen kann, dass andere Reizmittel sich wirksamer als das Kochsalz erwiesen. Wie bei der Nervenreizung, wird das Kochsalz auf den Muskel wohl ebenfalls durch Wasserentziehung wirken, und da zu jeder Reizung überhaupt eine gewisse Geschwindigkeit der dadurch erzeugten ersten Veränderung nothwendig ist, so wird man sich nicht wundern dürfen, wenn ein mit seinem unteren Ende in den festen Körper gesteckter Tibialis anticus nicht in Zuckungen verfällt. Hätte Hr. Wundt den unteren Zipfel dieses Muskels abgeschnitten, um einen Theil der Primitivbündel dem Reize sofort zugänglich zu machen, so würde er sich überzeugt haben, dass der Muskel auch an diesem Ende durch chemische Reize recht gut in Contraction zu versetzen ist, und er würde diesen Erfolg schwerlich dadurch zu beseitigen gesucht haben, dass die erregende Flüssigkeit zu den Nerven emporklettere, und auf diese Weise den Muskel zum Zucken veranlasse, da die Zuckung im Moment der Berührung erfolgt. Wie man sieht, lässt es sich also auf dem von Wundt eingeschlagenen Wege nicht entscheiden, ob die Muskelfaser durch die Einwirkung chemischer Agentien selbständig reizbar ist oder nicht, und ich glaube, dass in dieser

Beziehung die von mir mitgetheilten Versuche, welche mit einem geeigneteren, weder spindel- noch federförmig gebauten Muskel angestellt wurden, und bei denen das Na Cl nicht als alleiniger Repräsentant aller chemischen Reizmittel dasteht, eher zum Ziele führen dürften. Professor v. Wittich hat bereits darauf aufmerksam gemacht, dass man nicht umhin könne, dem Muskel eine selbständige Reizbarkeit zuzuschreiben, da Einflüsse, welche auf den Nerven niemals erregend wirken, dennoch bei directer Berührung mit dem Muskel Contractionen hervorrufen, wie das z. B. bei den Wasserinjectionen der Fall ist. Wie einfach dieser Schluss auch scheinen mag, so glaube ich doch, dass die durch das Durchtreiben von Wasser durch die Capillaren erzeugten Zuckungen in Hinsicht auf die Erklärung ihrer Entstehung mehr Schwierigkeiten darbieten, als die durch andere chemische ebenfalls auf die Nervenstämme unwirksamen Reize erhaltenen Zuckungen. Wie schon erwähnt, ist es mir niemals gelungen, bei Berührung des Querschnittes eines Sartorius mit destillirtem Wasser Zuckungen eintreten zu sehen anders verhielt sich aber der Muskel, wenn er zum Theil darin eingetaucht wurde. Richtet man den Versuch so ein, dass etwa die obere (nach unten hängende) Hälfte des M. sartorius ganz von destillirtem Wasser umgeben wird, so sieht man diesen Theil sich allmälig langsam zusammenziehen, und an Volum dafür in der Breite bedeutend zunehmen. Während dieser Zeit bleibt der obere unbenetzte Theil völlig in Ruhe. Nach Verlauf einiger Secunden aber schwillt der eingetauchte Theil immer mehr an, wird weiss und undurchsichtig, und jetzt beginnt in dem oberen Theile ebenfalls eine Veränderung, welche sich durch hintereinander folgende Zuckungen ankündigt. Wird dagegen der ganze Muskel eingetaucht, so sieht man die beschriebene langsame Verkürzung in seiner ganzen Länge eintreten, sodann das allmälige Anschwellen mit Veränderung der Durchsichtigkeit, und hierauf einige schwache ruckweise Zuckungen, welche als letztes Lebenszeichen der dann bald eintretenden Todtenstarre vorausgehen.

Um die hier stattfindenden Erscheinungen besser beobachten zu können, kann ich folgende Methode, welche ich auch zur Controle bei allen bisher erwähnten chemischen Reizversuchen anwendete, empfehlen. Es ist nämlich nicht ganz leicht, bei weniger starken Zuckungen zu beurtheilen, ob ein bestimmter in der Länge des Muskels gelegener Abschnitt mitzuckt oder nicht. Um dies mit Sicherheit beobachten zu können, steckte ich durch den oberen Theil des Präparates den kurzen Arm eines aus einem feinen Glasfaden verfertigten Hebels, dessen Stützpunkt sehr nahe am Muskel mittelst einer von einem dünnen Drahtstativ getragenen aus seidenen Fäden gefertigten Schlinge angebracht war, während der lange Arm des Hebels sich vor einer Scala auf und nieder bewegen konnte. Neuerdings wurde es mir möglich, den sehr zerbrechlichen Glasfaden durch haarfeine Drähte von Aluminium, welche ich der Zuvorkommenheit des Herrn Morin, Besitzers der Aluminiumfabrik zu Nanterre, verdanke, zu ersetzen, mit welcher Vorrichtung ich auch die allergeringsten Zuckungen im Muskel durch einen 3—5 Ctm. betragenden Ausschlag des langen Hebelarms nach unten controliren konnte. Aber auch so habe ich niemals bei der Anwendung des destillirten Wassers etwas Anderes wahrnehmen können, als was bereits über diesen Gegenstand mitgetheilt wurde, und ich bin daher geneigt, das Wasser nicht unter die directen Muskelreize zu stellen, da es mir wahrscheinlicher dünkt, dass die erste langsame Contraction nur der Ausdruck für das Quellen der spindelförmigen Primitivbündel ist. Die echten Zuckungen, welche aber darauf folgen, dürften nicht leicht aus den rein chemischen Wirkungen des Wassers zu erklären sein, vielleicht entstehen sie sogar nur durch den stärkeren Druck, welchen das durch das Quellen eines Theiles der contractilen Substanz gespannte Sarkolemm auf die noch nicht alterirten also zuckungsfähigen Fasern ausübt. Nur dieser letztere Theil der Erscheinungen wird es auch wohl gewesen sein, der es von Wittich möglich machte, bei den Wasserinjectionen die negative Stromesschwankung und die secundäre Zuckung von den flimmern-

den Muskeln zu erhalten. Beobachtet man nun mit Hülfe des kleinen Fühlhebels die Zuckungen eines Muskels, dessen Querschnitt mit anderen Flüssigkeiten, z. B. mit einer recht verdünnten Salzsäure, benetzt wurden, so sieht man sogleich den langen Hebelarm, wie bei der elektrischen Reizung durch Schliessung der Kette um mehrere Centimeter nach unten ausschlagen, dann zu seiner ursprünglichen Lage sogleich wieder zurückkehren und, falls die Säure sogleich wieder entfernt wurde und wirklich den Querschnitt nur in einer capillaren Schicht bedeckt hatte, vollständig in Ruhe bleiben. Die hier eintretende Zuckung kann also jeder anderen Muskelzuckung gleichgestellt werden, zumal da es auch sehr leicht gelingt, einen Froschschenkel, dessen Nerv dem oberen Theile des Sartorius anliegt, secundär zucken zu lassen.

Um schliesslich zur Frage von der Muskelirritabilität zurückzukehren, erlaube ich mir einen Ausspruch Ludwig's (Lehrbuch der Physiologie, Bd. I. S. 329) anzuführen, der in klaren Worten erklärt, wie man dazu gekommen, diese Frage überhaupt aufzuwerfen. Ludwig sagt: „Genau dieselben Mittel, welche den Nerven in die zuckungserregende Beschaffenheit versetzen, bringen die Zuckung auch hervor, wenn sie direct mit den Muskeln in Berührung kommen. Die Uebereinstimmung ist, soweit unsere Kenntnisse reichen, vollkommen genau, so dass alles hier und dort gleichmässig gilt." Durch die directe chemische Reizung glaube ich indessen dargethan zu haben, dass die Uebereinstimmung zwischen Muskel und Nerv in diesem Sinne nicht mehr aufrecht erhalten werden kann, und ebenso glaube ich durch die Versuche mit den Lösungen der Metallsalze und dem Ammoniak die zweite Forderung, welche Ludwig zur Entscheidung unserer Frage stellt, nämlich die (Lehrbuch d. Physiologie, Bd. I. S. 354): „dass es gelingen müsse, eine Zuckung durch ein Mittel zu erhalten, das den Nerven auf jedem beliebigen Orte seines Verlaufes niemals in Erregung versetze," vollständig erfüllen zu können. Die enorme Differenz, welche der Muskel und der Nerv gegen chemische Reize zeigen, kann gewiss nicht erklärt werden durch die Annahme, dass

die im Muskel liegenden Nervenenden der Markscheide entbehren, und darum durch die meisten Körper leichter erregt werden können, da diese Annahme einerseits mit dem Ansteigen der Curve der Erregbarkeit nach dem Rückenmarke zu, andererseits mit der Thatsache, dass viele Körper, wie der Alkohol, das Kreosot etc. sehr heftig auf den Nerven, und fast gar nicht auf den Muskel wirken, im schreiendsten Widerspruche steht. Es ist allerdings vorauszusetzen, dass die marklosen Nervenfasern den chemischen Agentien zugänglicher und darum auch erregbarer sind als die Stämme; ich kann aber diese Annahme für die Nerven der Muskeln dadurch mindestens unwahrscheinlich machen, dass es mir niemals geglückt ist, Zuckungen eintreten zu sehen, wenn ich den frischen Querschnitt des Rückenmarks oder auch das unverletzte Mark selbst eines lebenden Frosches mit einem der auf die Muskeln so heftig wirkenden, für den Nerven aber wirkungslosen Reizmittel befeuchtete. Hier waren also die marklosen Fasern an einer Stelle, wo die Erregbarkeit am höchsten ist, mit den chemischen Agentien in Berührung, und dennoch blieb die Zuckung aus.

In wie weit meine Versuche hinreichen werden, um dem Leser die Ueberzeugung von der selbständigen Reizbarkeit der Muskelfasern durch künstlich eingeleitete chemische Processe zu verschaffen, vermag ich nicht zu beurtheilen; ein einziger Versuch aber wird genügen, um Jedem von der ausserordentlichen Differenz zwischen dem Verhalten des Muskels und der Nerven gegen denselben chemischen Körper eine klare Anschauung zu verschaffen. Man richte zu dem Ende einen M. sartorius auf die im Beginn dieser Mittheilung angegebene Weise her, lege den Nerven desselben Froschschenkels in Verbindung mit seinem Unterschenkel an die ganze Länge des herabhängenden Sartorius an und zwar so, dass der erregbarste Theil, der Plexus ischiadicus, um einige Millimeter den frischen Querschnitt jenes überragt. Jetzt nähere man von unten her ein Gefäss mit sehr verdünnter Salzsäure, welche zunächst den Querschnitt des Nerven berühren wird. Keine Zuckung im Schenkel und keine in dem

Sartorius. Alles bleibt in Ruhe. Sowie aber die Säure den Querschnitt des Muskels berührt, tritt augenblicklich in beiden Präparaten zugleich eine Zuckung ein. Diejenige im Schenkel ist secundär, hervorgebracht durch die negative Stromesschwankung, welche die primäre, echte Zuckung der durch einen chemischen Process direct in Erregung versetzten Muskelfasern begleitete.

Paris, den 10. December 1858.

Nachschrift.

Neuere Versuche, welche ich mit dem Coniin angestellt, haben ergeben, dass die Angaben Wundt's über die Wirkungsweise dieses Giftes ebenfalls auf unzureichenden Beobachtungen beruhen. Ich brachte einige Tropfen Coniin durch eine am Rücken angebrachte Wunde unter die Haut eines Frosches. Als nach Verlauf von zwei Stunden das Thier keine Bewegung mehr machte, wurden die Schenkelnerven heftigen chemischen und elektrischen Reizen ausgesetzt, und als auch hierdurch keine Muskelzuckungen hervorgebracht werden konnten, wurden die Mm. sartorii isolirt, und von ihrem oberen Querschnitte aus mit verdünnter Salzsäure, Alkalien und Kochsalzlösungen gereizt. Ohne Ausnahme traten hier, ganz wie bei den mit Wurali vergifteten Thieren, sofort Zuckungen ein, und es bestätigt sich somit auch in dieser Beziehung die bereits vermuthete Uebereinstimmung zwischen dem Pfeilgifte und dem Coniin, da das Letztere ebenfalls die motorischen Nerven lähmt, ohne auf den Erfolg der directen Muskelreizung einen Einfluss auszuüben.[1])

Paris, den 24. December 1858.

---

1) Ein Auszug aus dieser Abhandlung ist von Hrn. Cl. Bernard der Acad. des Sc. am 21. Febr. u. 7. März d. J. (S. Comptes rendus etc. t. XLVIII. p. 406. 476) und von mir selber der Kgl. Akad. der Wiss. am 10. Febr. mitgetheilt worden (S. deren Monatsbericht). In einer von mir der Akademie am 28. Febr. vorgelegten weiteren Mittheilung führt der Verf. den Beweis, dass die Stoffe, die sich im Obigen als directe Muskelreize erwiesen, sich selbst dann noch als solche bewähren, wenn die Nervenausbreitung im Muskel durch einen aufsteigenden Strom, nach Eckhard's Angabe, gelähmt ist. Vgl. oben S. 246 der Abhandlung. [E. d. B.-R.]

Ueber die Schuppen von *Polypterus* und *Lepidosteus*.

Vom

Professor Reissner in Dorpat.

(Hierzu Taf. VA. Fig. 1—8.)

Die Schuppen von *Polypterus* und *Lepidosteus* sind von Agassiz ihrer äusseren Gestalt nach ausführlich beschrieben worden;[1] ich werde mich daher bei diesen Verhältnissen nicht weiter aufhalten. — Vergleicht man die von der Haut isolirten und gereinigten trockenen Schuppen beider Fische mit einander, so bemerkt man, dass die von *Polypterus*, namentlich an der unteren Fläche, sich durch ihre weisse Farbe auszeichnen, während die von *Lepidosteus* mehr farblos, Milchglas ähnlich erscheinen und nur hin und wieder mit weissen Flecken und Streifen versehen sind.[2] Die obere Fläche der Schuppen beider Fische ist stark glänzend und zwar, wie schon Agassiz angab, und auch J. Müller[3]) hervorhob, durch einen Ueberzug von Schmelz. Leydig hat für die Schuppen von *Polypterus* eine besondere Schicht, die als Schmelz angesprochen werden könnte, in Abrede gestellt.[4]

1) Recherches sur les poissons fossiles. Tome II. Neufchatel 1833—43. II. Partie. S. 28 ff.

2) Ich habe die Schuppen von einem Exemplar von *P. bichir* Geoffr. St. Hilaire und von mehreren Exemplaren von *Lepidosteus*, von denen einige zu *L. osseus Lac.*, andere zu *L. spatula Lac.* gehören mögen, untersucht.

3) Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden, und über das natürliche System der Fische. Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1844. Berlin 1846. S. 118.

4) Histologische Bemerkungen über den *Polypterus bichir*. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. V. S. 47.

Wenngleich zwar zugegeben werden muss, dass hierbei an eine Identität mit dem Schmelz der Säugethierzähne in histologischer Beziehung nicht zu denken ist, so entspricht doch die Behauptung Leydig's, dass dieser Schmelz nichts Anderes sei, „als die nur von äusserst feinen Hohlräumen durchbrochene und deshalb mehr homogene, oberste Lage der Schuppe," keineswegs der Beschaffenheit der in Rede stehenden Substanz. Leydig fügt freilich noch hinzu: „Mir scheint es vom histologischen Standpunkt aus nicht unpassend zu sein, den sogenannten Schmelz der Schuppen des *Polypterus* der mehr homogenen Lage zu vergleichen, in welche die Bindesubstanz der Häute (Cutis, Schleimhaut) an der Grenze derselben endet. Da es unläugbar feststeht, dass die Schuppen verknöcherte Bindesubstanz sind, so wird die äusserste Lage der Lederhaut bei der Verkalkung zum sogenannten Schmelz werden". Aber wenige Zeilen vorher heisst es: „Die Knochenkörperchen (b 1) in ihm sind sehr klein, doch bestimmt wahrzunehmen, aber die Havers'schen Canäle senden nur ihre feinsten Ausläufer in die „Schmelzschicht", um die Verbindung mit den Knochenkörperchenstrahlen herzustellen." Dass Leydig zu einer unrichtigen Anschauung von der Beschaffenheit des sogenannten Schmelzes gelangte, ist offenbar daher gekommen, dass er zu seinen Untersuchungen nicht Schliffe, sondern nur, wie er selbst angiebt, Durchschnitte von Schuppen, die durch Salzsäure ihrer erdigen Bestandtheile beraubt waren, verwandt hat. An Schliffen von Schuppen sowohl des *Lepidosteus*, als auch des *Polypterus*, kann man sich, wie bereits Agassiz durch Abbildungen dargethan hat,[1]) mit vollkommener Sicherheit von der Gegenwart einer besonderen Schicht, die von der übrigen Substanz der Schuppen verschieden und als Schmelz bezeichnet worden ist, überzeugen.

Das oben erwähnte glänzende Ansehen und der dem entsprechende Ueberzug von Schmelz kommt nicht der ganzen oberen Fläche der Schuppen, sondern nur dem freiliegenden

1) A. a. O. Atlas, Tome II, Tab. G. Fig. 8, 9, 10, 15.

Theile derselben zu; es erstreckt sich daher der Schmelz nur nach hinten und unten bis an die Ränder der Schuppen, bleibt dagegen nach oben und vorn mehr oder weniger von ihnen entfernt. An den Schuppen von *Polypterus* tritt die Verschiedenheit des mit Schmelz versehenen und des von Schmelz unbedeckten Theiles deutlicher hervor, als an denen von *Lepidosteus*, indem an jenen der matte Theil meist etwas gelblich gefärbt, und mit feinen Poren dicht bedeckt erscheint, während er an diesen immer noch glatt, aber weniger glänzend ist.

Der Schmelz stellt nicht einen ganz ebenen Ueberzug der Schuppen dar, sondern bildet stärkere und schwächere Erhöhungen. Was die ersteren anbetrifft, so sind sie mit blossem Auge sichtbar und entsprechen einigermaassen, aber nicht vollständig der Beschaffenheit der Oberfläche der Substanz, welche unter dem Schmelz liegt. An den meisten Schuppen von *Lepidosteus* bemerkt man eine Leiste, die von der vorderen oberen Spitze der Schuppe zur hinteren unteren sich erstreckt, und häufig noch eine mit dieser rechtwinklig sich schneidende. Andere, meist schwächere Leisten verlaufen parallel den Rändern der Schuppen; in der Mitte, die meist eine rautenförmige Fläche darstellt, finden sich einige feine Oeffnungen vor, die als Ausmündungen von Havers'schen Canälen angesehen werden müssen. An den Schuppen von *Polypterus* ist der Schmelz von der matten Oberfläche durch eine Furche oder einen Vorsprung abgegrenzt, am hinteren und am unteren Rande bildet er mit seiner Oberfläche einen ziemlich breiten der Länge nach schwach gestreiften Raum, und nach vorn und oben bis an die entsprechenden Ränder zahlreiche unregelmässige Erhöhungen und Vertiefungen. Diesen Erhöhungen und Vertiefungen analoge nur meist stärker entwickelte Unebenheiten kehren an „den Kopfschildern und anderen Hautknochen“ wieder, und dürfen nicht, wie Leydig es gethan hat,[1]) mit den schwächeren, nur unter dem Mikroskop wahrnehmbaren Er-

1) A. a. O. S. 47.

höhungen verwechselt werden, da letztere ausser jenen dort auch vorhanden sind. — Die nur unter dem Mikroskop erkennbaren Unebenheiten treten an der Oberfläche des Schmelzes bei *Lepidosteus* und *Polypterus* in vollkommen gleicher Gestalt als kleine flache Hügelchen auf, die in ungefähr gleichen Entfernungen von einander stehen, ohne jedoch über grössere Strecken hin eine ganz regelmässige Anordnung zu zeigen (Fig. 5aa.). Leydig sagt, dass diese Hügelchen „häufig nur 0,0012‴" messen; ich halte eine einigermassen genaue Grössenangabe bei der Betrachtung des Schmelzes von der Oberfläche für unmöglich.

Ferner erkennt man mit dem Mikroskop, aber auch, wenn man durch dasselbe einmal aufmerksam gemacht ist, schon mit blossem Auge Risse, die nach verschiedenen meist geradlinigen Richtungen ohne Regelmässigkeit den Schmelz durchsetzen (Fig. 5bb. und Fig. 7cc.). Sie haben mit der Textur des Schmelzes nichts gemein, und sind ohne Zweifel erst nachträglich entstanden. Leydig bezeichnet sie als „Furchen, die übrigens durch die ganze Dicke des Schmelzes gehen". Ich möchte die Benennung „Furche" vermeiden, da diese Risse an der Oberfläche des Schmelzes zum Theil so fein sind, dass ein Abguss durch Collodium ihnen entsprechende sehr feine Leisten oder Linien in viel geringerer Zahl erkennen lässt. Die oben erwähnten Hügelchen werden in einem Collodiumabguss sehr schön wieder gegeben.[1]) An den Schuppen von *Lepidosteus*, nicht aber an denen von *Polypterus*, zeigen sich hin und wieder zwischen den Hügelchen, von diesen durch Dunkelheit ausgezeichnete Pünktchen von ungefähr 0,0015‴ im Durchmesser (Fig. 5cc.). Unter gewissen Verhältnissen überzeugt man sich, dass diese Pünktchen mit den Hügelchen in gleicher Höhe, also auch an der Oberfläche des Schmelzes liegen, und zu feinen Ca-

---

1) Abgüsse durch Collodium leisten in vielen Fällen bei Untersuchungen über die Beschaffenheit von Oberflächen vortreffliche Dienste. Unter Anderem kann man sich durch dieses Mittel ein schönes Bild von dem Epithelium dunkler Haare verschaffen.

nälen, die in das Innere der Schuppen dringen, gehören, mithin deren Mündungen darstellen.

Bei *Polypterus* wird der Schmelz von zahlreichen starken Canälen durchsetzt. Die Mündungen dieser sind über die ganze Oberfläche des Schmelzes verbreitet, und haben einen Durchmesser von 0,012''' bis 0,030''' (Fig. 7a.). In ihnen steckt eine gelbliche oder röthliche Masse, und häufig noch ein Häufchen brauner Pigmentkörnchen. Die Mündungen erscheinen von einem meist gekerbten ziemlich breiten Hof (Fig. 7b.) umgeben, der jedoch nicht der Oberfläche angehört. Wenn man die tiefer gelegenen Theile der Schuppen auch berücksichtigt, stellt es sich unzweideutig heraus, dass diese Canäle, neben Fett, Pigmentzellen und Bindegewebe, Blutgefässe führen. Die letzteren verlaufen mithin bis zur Oberfläche der Schuppen, und gelangen von hier, wie es kaum bezweifelt werden kann, noch in eine Schicht des Corium, welche freilich in der Regel auf der Oberfläche der Schuppen nicht mehr nachgewiesen werden kann, an manchen Stellen jedoch entschieden vorhanden ist. Ich kann daher auch nicht mit Leydig übereinstimmen, welcher die hin und wieder auf den Schuppen zurückgebliebenen Fragmente der weichen Haut bloss für Theile der Epidermis erklärt, und die „Oberhautzellen unmittelbar auf Knochensubstanz aufliegen" lässt.[1]) Die bis zur Oberfläche der Schuppen zu verfolgenden starken Blutgefässe müssten in dem Falle blinde Ausläufer des in der Tiefe gelegenen Netzes darstellen, was Leydig allerdings annimmt.

Betrachtet man den Schmelz der Schuppen des *Lepidosteus* bloss von der Oberfläche, so kann man leicht meinen, dass auch hier überall Mündungen von Blutgefässe führenden Canälen vorhanden seien. Allein wenn man gleichzeitig Schnitte oder Schliffe durch die ganze Dicke der Schuppen zu Rathe zieht, wird man über jeden Zweifel erhaben und gelangt zu der Ueberzeugung, dass Blutgefässcanäle nur die Mitte der Schuppen durchsetzen. Ausser den Mündungen

1) A. a. O. S. 44.

dieser Canäle in der Mitte der Oberfläche des Schmelzes sieht man überall zahlreiche kreisförmige oder länglich runde bisweilen bisquitförmige Conture, von denen umschlossen häufig sternförmige Figuren sich zeigen (Fig. 5 d d.). Einige dieser Conture liegen in der Oberfläche des Schmelzes, andere tiefer, so dass über diesen die früher erwähnten Hügelchen wahrgenommen werden können (Fig. 5 d' d'.). Senkrechte Durchschnitte des Schmelzes bestätigen die verschiedene Lage dieser Bildungen, und lassen sie meist in der Gestalt von Halbkugeln erkennen (Fig. 4 d.). Sie bieten einen Durchmesser von 0,007''' bis 0,03''' dar, und scheinen immer mit feinen Canälchen in Zusammenhang zu stehen, welche von ihrem Umfange ausgehen, und mit denen vollkommen identisch sind, die frei auf die Oberfläche des Schmelzes ausmünden, und bereits oben erwähnt wurden. Es sind also die an der Oberfläche des Schmelzes wahrnehmbaren, einen Raum vom gegebenen Durchmesser umschreibenden Conture nichts anderes, als die Begrenzungen der erweiterten Mündungen jener Canäle. Die unter der Oberfläche liegenden Conture müssen wahrscheinlich als obliterirte derartige Mündungen angesehen werden, die bei der Zunahme des Schmelzes von später entstandenen Schichten bedeckt worden sind.

Am hinteren und am unteren Rande der Schuppen von *Lepidosteus* zeigen sich noch andere Bildungen, die in manchen Beziehungen an die eben berührten sich anschliessen, in anderen aber von ihnen verschieden sind. Bei der Betrachtung von der Oberfläche des Schmelzes zeigen sie meist länglich runde Conturen, deren Durchmesser selten nur so gross wie bei den eben vorher besprochenen, meist zwei, drei, ja viermal grösser erscheint. Die Contur selbst ist breit, dunkel, bisweilen doppelt, und besteht aus radiären, schwarzen Streifen (Fig. 6.). Im Centrum findet sich entweder eine grössere Oeffnung, zu dem ein Canälchen aus der Tiefe aufsteigt, oder es ist ein solches ohne Erweiterung vorhanden (Fig. 6 a b.). Bisweilen vereinigen sich zwei stärkere Canäle im Centrum. Schliffe, in senkrechter Richtung aus den betreffenden Stellen gewonnen, zeigten mir immer

nur unterhalb des Schmelzes liegende oder zum geringsten Theil in diesen hineinragende rundliche Massen, die sich von der Umgebung durch fast parallele dunkle Streifen abgrenzten. Nachdem ich eine Zeit lang über diese Bildungen im Ungewissen geblieben war, bemerkte ich, dass an einem sehr grossen Exemplar von *Lepidosteus osseus* der hintere und der untere Rand der Schuppen mit einer Reihe feiner kurzer Stacheln versehen war. Es liessen sich diese Stacheln in ihrer Verbindung mit den Schuppen nicht leicht untersuchen. doch habe ich soviel ermittelt, dass ihre Insertionsstellen unmittelbar unter dem Schmelz liegen, und eine auffallende Aehnlichkeit mit den oben angegebenen Conturen darbieten. In der Basis der Stacheln bemerkt man eine ziemlich geräumige rundliche Höhle, zu der von der Tiefe aus ein Canälchen der mehrfach berührten Art aufsteigt; andererseits schliesst sich an die Basalhöhle ein zuerst verengter, dann erweiterter und nun allmälig gegen die Spitze des Stachels sich verjüngender Canal, von dessen oberem Ende zahlreiche feine Canälchen nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen. So gewinnen diese Stacheln, ihrem Baue nach, eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Schildern und Stacheln der Plagiostomen. Die ganzen Stacheln scheinen übrigens auch einen dünnen Ueberzug von Schmelz zu besitzen. — Nach diesen Beobachtungen bin ich der Ansicht geworden, es möchten die unter dem Schmelz liegenden kugeligen Massen zu den Stacheln in einer gewissen Beziehung stehen; etwa in der, dass an den betreffenden Stellen früher Stacheln vorhanden waren, die aber, noch ehe der Schmelz seine vollständige Entwickelung erreichte, abgebrochen oder abgeworfen wurden, und dass die übrig gebliebenen Stümpfe von dem nachwachsenden Schmelz bedeckt wurden.

Sicherer als durch die blosse Untersuchung der Oberfläche überzeugt man sich von dem Unterschiede des Schmelzes und der Knochensubstanz der Schuppen an Schliffen, die beide Substanzen neben einander darbieten. Man wird vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche dargestellte Schliffe wählen. An solchen sieht man zunächst, dass der Schmelz sehr

scharf und bestimmt von der Knochensubstanz abgegrenzt ist (Fig. 4a. Schmelz, b. Knochensubstanz). Diese Abgrenzung geschieht aber nicht in einer vollkommen wagerechten, auch nicht in einer der Oberfläche genau parallelen Ebene, sondern in der Weise, dass die Knochensubstanz dachziegel- oder schuppenförmig in den Schmelz vordringt, also letzterer auch in jene hineinragt (Fig. 4.). Diagonale, longitudinale und transversale Schliffe lehren, dass die Enden der Vorsprünge der Knochensubstanz gegen die Centralaxe der Schuppen gerichtet sind. Ueberträgt man dieses auf die ganzen Schuppen, so ergiebt sich, dass die Oberfläche der Knochensubstanz schräg gegen das Centrum geneigte Leisten bildet, welche den Rändern der Schuppen parallel sind. Der Schmelz greift in die Spalten, welche zwischen den Rändern der Knochenleisten übrig bleiben, hinein, genau wie die Epidermis sich zum Corium verhält. — Die eben angeführten Verhältnisse sind nur bei *Lepidosteus* mit Bestimmtheit und Regelmässigkeit durchgeführt, bei *Polypterus* fehlen sie zwar nicht, treten aber nur selten, oder nur hin und wieder mit grösserer Entschiedenheit auf.

Im Allgemeinen ist der Schmelz in der Mitte der Schuppen am dicksten, und nimmt gegen die Ränder derselben allmälig ab. Er ist deutlich geschichtet; die Schichten sind durch zarte Linien, welche meist der Oberfläche parallel laufen, von einander abgegrenzt (Fig. 4ec.). Gegen die Knochensubstanz neigen sich diese Linien bogenförmig zu den Rändern der von ihr gebildeten Leisten. Die im Uebrigen durchaus homogene, stark lichtbrechende Substanz des Schmelzes wird bei *Polypterus* von zahlreichen, bei *Lepidosteus* von wenigen, Blutgefässe enthaltenden, Canälen durchsetzt. Bei *Lepidosteus* dringen aus der Knochensubstanz auch noch, wie bereits erwähnt, feine Canälchen in den Schmelz, die entweder bis an die Oberfläche desselben reichen, oder schon früher aufhören, oder in halbkugelförmige Räume einmünden, welche ebenfalls entweder bis zur Oberfläche sich erheben oder in einiger Entfernung von dieser liegen bleiben. An den Stel-

len, an welchen diese Canälchen mit den Grenzlinien der Schichten zusammentreffen, gehen von ihnen häufig seitliche Fortsätze aus (Fig. 4c′c′.). Bei *Polypterus* finden sich in der Schichtung bisweilen Unregelmässigkeiten, wie ich ähnliche bei *Lepidosteus* nicht beobachtet habe.

Von ganz besonderem Interesse ist das Verhalten des Schmelzes gegen Salzsäure. Setzt man zu einem feinen Schuppenschliff, der im Wasser liegt, und an dem man sich durch das Mikroskop von der Gegenwart und dem normalen Verhalten des Schmelzes überzeugt hat, einen Tropfen concentrirter Salzsäure, so bemerkt man anfänglich bloss einige Luftblasen, die sich von dem Präparat ablösen, bald aber verliert die Schliffläche des Schmelzes ihre Glätte, es erscheinen auf derselben zahlreiche feine Grübchen von unregelmässiger Gestalt, die ganze Fläche nimmt ein runzliches Aussehen an. Wendet man nun seine Aufmerksamkeit auf den freien Rand des Schmelzes, so sieht man diesen wie schmelzenden Schnee rasch dahin schwinden. Vom Schmelz selbst ist endlich nichts übrig geblieben. An Schuppen, die in Salzsäure macerirt worden sind, kann daher der Schmelz auch nicht untersucht werden. Leydig hat an seinen Durchschnitten von Schuppen offenbar keine Spur vom Schmelz vorgehabt; was er in seiner Fig. 5b. als Schmelz bezeichnet, ist weiter nichts, als der obere Theil der Knochensubstanz. Der gekerbt gezeichnete Rand, welcher die mikroskopischen Erhabenheiten der Schmelzoberfläche darstellen soll, ist jedenfalls nicht nach der Natur, sondern nach der Voraussetzung geliefert. — Es besteht jedoch der Schmelz nicht allein aus anorganischen in Salzsäure leicht löslichen Bestandtheilen. Ist man nämlich bemüht, das angegebene Experiment möglichst langsam fortschreiten zu lassen, so überzeugt man sich bald, dass von dem Schmelz einige wenige sehr feine Lamellen zurückbleiben, die bei etwas energischer Luftentwickelung sogleich fortgerissen werden. Mitunter schien auch, dass bei anhaltender Einwirkung der Salzsäure diese Lamellen selbst ebenfalls aufgelöst wurden.

Bemerkenswerth ist ferner, dass die Canälchen und halbkugelförmigen Körperchen, welche bei *Lepidosteus*, wie oben angeführt wurde, im Schmelz vorkommen, nach der Behandlung mit Salzsäure und nach der Auflösung des Schmelzes unverändert wahrgenommen werden. Sie liegen jetzt natürlich ganz frei, und werden von einzelnen etwa noch sich losringenden Luftbläschen hin und hergebogen. Hat man zu dem Experiment einen Schliff gewählt, in dem Blutgefässe enthaltende Canäle vorhanden sind, so werden durch die Behandlung mit Salzsäure natürlich auch diese Blutgefässe mit ihrer etwaigen Umgebung von Fett, Pigment etc. frei. Solche vom Schmelz befreite Blutgefässe sind Leydig's „Papillen auf der freien Fläche der Schuppen."[1])

Vergleicht man von zwei Schuppen, die am Fischkörper neben einander lagen, also auch nahezu dieselbe Beschaffenheit der Oberfläche darboten, eine im unveränderten Zustande mit einer, aus welcher die erdigen Bestandtheile durch Salzsäure entfernt worden sind, so wird man auch für das unbewaffnete Auge die sichere Ueberzeugung gewinnen, dass die macerirte Schuppe eine andere Beschaffenheit der Oberfläche oder vielmehr eine andere Oberfläche erhalten hat. —

In Betreff des zweiten Theiles, der Knochensubstanz der Schuppen, ist zunächst zu bemerken, dass die homogene Grundsubstanz an den meisten Stellen deutlich geschichtet ist. Die Schichtung lässt sich im Allgemeinen leichter an den Schuppen von *Lepidosteus*, als an denen von *Polypterus* wahrnehmen. Die Schichten liegen in beträchtlicher Anzahl parallel der unteren Fläche der Schuppen, gehen an den seitlichen Rändern derselben nicht in derselben Richtung bis an die Oberfläche fort, sondern biegen nach oben und gegen die Mitte der Schuppen um (Fig. 4.). In der Mitte selbst, nahe unter der oberen Fläche der Knochensubstanz, pflegt die Schichtung sehr undeutlich zu sein, oder häufiger noch wirklich zu fehlen. Ich erlaube mir die Ver-

---

1) A. a. O. Taf. II. Fig. 5a.

muthung auszusprechen, dass dieser Theil der Schuppen der zuerst gebildete ist, um den in concentrischer Schichtung die Ossification oder die Ablagerung von erdigen Bestandtheilen fortschreitet. Agassiz hat die Verhältnisse der Schichtung zum Theil sehr gut durch Abbildungen[1]) erläutert. Concentrische Schichten um die Blutgefässe enthaltenden Canäle treten nur spärlich und wenig regelmässig auf.

Ueber die sogenannten Knochenkörperchen will ich bloss anführen, dass ihre Centralhöhle häufig einen sehr beträchtlichen Umfang einnimmt, meist abgeplattet ist, und mit ihren Flächen parallel der Schichtung, wenn diese deutlich ausgeprägt ist, liegt. Die häufig überaus weit sich erstreckenden Strahlen entsprechen in der Regel ebenfalls zum grössten Theil der Schichtung der Grundsubstanz. Im Inneren der centralen Höhle erkennt man meist ohne weitere Behandlung ein rundliches Körperchen, das von Leydig als „Kern, der 0,002''' bis 0,004''' misst", angesprochen worden ist.

Die starken Canäle, in denen neben Fett etc. die Blutgefässe enthalten sind, finden sich, wie bereits erwähnt wurde, nur in den Schuppen von *Polypterus* in beträchtlicher Menge. Sie treten von der unteren und von den seitlichen Flächen der Schuppen in ein sehr dichtes Maschenwerk, welches fast in einer wagerechten Ebene und in geringer Entfernung von der oberen Fläche der Knochensubstanz liegt, und von dem zahlreiche Canäle nach oben verlaufen, und durch den Schmelz hindurchdringen, um an der Oberfläche dieses in der früher angegebenen Weise auszumünden. Bei Agassiz findet sich eine gute Abbildung des eben erwähnten Maschenwerkes.[2]) Dass die Schichtung der Grundsubstanz um die in Rede stehenden Canäle unbedeutend ist, wurde bereits bemerkt; hier füge ich noch hinzu, dass sie auch in den Schmelz sich hineinerstreckt, und zwar bis an dessen Oberfläche. Sie bedingt die Höfe, welche bei der Betrachtung der Schmelzoberfläche die Mündungen der Canäle umgeben.

1) A. a. O. Tab. G. Fig. 8, 9.
2) A. a. O. Tab. G. Fig. 14.

Von diesen Canälen entspringen in den Schuppen von *Polypterus* überall, meist unter rechtem Winkel, zahlreiche rasch sich mehrfach und nach verschiedenen Seiten verzweigende Canälchen von 0,0005''' bis 0,001''' im Durchmesser; bei ihrer weiteren Verästelung nehmen sie an Umfang ab (Fig. 8ee.). Der Inhalt der Canäle, von denen sie ausgehen, scheint sich nicht in sie hinein fortzusetzen; sie gleichen vielmehr den Ausläufern der sogenannten Knochenkörperchen, mit denen sie, nach Leydig, auch in Verbindung stehen sollen. Ich habe eine solche Verbindung mit Bestimmtheit nicht beobachten können, halte sie jedoch für wahrscheinlich, muss aber auch bemerken, dass an den Stellen, an welchen die Canälchen in reichlichster Menge und in grösster Ausdehnung vorkommen (nämlich in der Mitte der Schuppen, nahe unter der Oberfläche der Knochensubstanz) die Knochenkörperchen ganz fehlen, oder nur sehr spärlich vorhanden sind. Die Canälchen ersetzen mithin die Knochenkörperchen mit ihren Strahlen. Häufig konnte ich mich davon auf das Bestimmteste überzeugen, dass zahlreiche Canälchen eine grössere oder geringere Strecke weit sich in den Schmelz hineinerstrecken (Fig. 8.). An den Schuppen von *Lepidosteus* liess sich bisweilen ein ähnliches Verhalten der Strahlen der Knochenkörperchen zum Schmelz, jedoch immer in viel geringerem Grade, beobachten.

Im Vergleich zu den eben berührten Structurverhältnissen der Schuppen von *Polypterus* bieten die Schuppen von *Lepidosteus* auf den ersten Blick ein ganz anderes Verhältniss dar. Es rührt dieses zum Theil davon her, dass Blutgefässe enthaltende Canäle an den meisten Stellen ganz fehlen, dagegen Canälchen von 0,001''' bis 0,002''' im Durchmesser allenthalben vorhanden sind (Fig. 4ccc'c'.). Sie erinnern sehr an die Zahncanälchen der Säugethierzähne, und verlaufen gestreckt oder leicht wellenförmig meist senkrecht, seltener schräg oder wagerecht durch die Dicke der Schuppen. Dabei behalten sie, so lang sie auch sein mögen, im Allgemeinen immer denselben Durchmesser bei, und theilen sich indessen nur selten in zwei bis drei gleichstarke Zweige.

Bemerkenswerth ist, dass kein Canälchen die ganze Dicke der Schuppen durchsetzt. Denkt man sich nämlich die Knochensubstanz durch eine Ebene, welche die Umbeugungsstellen aller Schichten, wie sie früher beschrieben wurden, schneidet, in zwei über einander liegende Theile geschieden, so findet man, dass jeder dieser Theile seine eigenen Canälchen besitzt, die in grösserer oder geringerer Nähe von der abgrenzenden Ebene durch rasche Zertheilung in mehrere feine Strahlen zu enden scheinen, und dadurch eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den sogenannten Knochenkörperchen hervorrufen (Fig. 4eeee.). Sie stehen hier höchst wahrscheinlich durch sehr zarte Ausläufer unter einander und mit den Strahlen der Knochenkörperchen in Zusammenhang. Das der Verästelung entgegengesetztè Ende der Canälchen reicht entweder bis an eine der Oberflächen der Schuppen, oder endet im Schmelz, oder mündet in einen der Blutgefässe führenden Canäle. Letzteres spricht mit Bestimmtheit dafür, dass diese Canälchen von denen, die bei *Polypterus* vorkommen, im Wesentlichen nicht verschieden sind, und bloss eine untergeordnete Modification derselben darstellen. Auf dem Querschnitt zeigen sich die Lumina der Canälchen häufig von einem ziemlich scharf begrenzten Hof umgeben (Fig. 1c.), den ich jedoch nicht für den Ausdruck einer besonderen Wandung ansehe.

Endlich bietet die Structur der Schuppen von *Lepidosteus* und *Polypterus* noch eine Eigenthümlichkeit dar, die freilich, wie mir vergleichende Untersuchungen von gewissen Knochen von Säugethieren, Vögeln und Amphibien gezeigt haben, nicht so isolirt ist, als man nach den bisherigen Mittheilungen über den Bau der Knochen vermuthen sollte. Es handelt sich hier um eine beträchtliche Menge von sehr feinen meist dicht neben einander verlaufenden Canälchen von kaum 0,0005''' im Durchmesser. Im trocknen Zustande enthalten sie Luft. In den Schuppen treten sie vorzugsweise als wagerecht verlaufende, oder recht- oder spitzwinklig die Schichten durchsetzende auf. Oft sind sie den Grenzen der Schichten entsprechend unterbrochen (Fig.

2c., Fig. 4.). Gegen die untere Fläche der Schuppen kommen ganz ähnliche Canälchen vor, die senkrecht aufsteigen, und rechtwinklig die hier befindlichen wagerechten Schichten durchsetzen. Im Ganzen beobachtet man selten eine mehr oder weniger schiefe Kreuzung der übereinander liegenden Canälchen. Sie sind offenbar die Ursache der weissen Flecken und Streifen, welche man an den trockenen Schuppen von *Lepidosteus* wahrnimmt. Die intensivere weisse Farbe der Schuppen von *Polypterus* rührt nicht allein von diesen Canälchen, sondern auch von den zahlreichen stärkeren Canälen her, die im trockenen Zustande ebenfalls, wenigstens zum Theil, mit Luft erfüllt sind.

Was nun die Deutung dieser Canälchen anbetrifft, so halte ich mich überzeugt, dass sie von dem Bindegewebe oder dem Faserknorpel, aus dessen Verknöcherung die Schuppen hervorgingen, übrig geblieben sind, und also auch an den völlig in Knochen umgewandelten noch Aufschluss über die normale Schichtung und Streifenrichtung des ursprünglichen Gewebes geben, während die früher besprochene Schichtung der Grundsubstanz bloss den Ausdruck für die allmälige Ablagerung der erdigen Bestandtheile zu liefern scheint. Ich meine demnach, dass man auch an den Knochen der Säugethiere die bekannten Schichten oder Lamellen nicht als Ausdruck einer entsprechenden Schichtung des vorausgegangenen Knorpels oder Bindegewebes auffassen darf, sondern bloss als Andeutung für die Aufeinanderfolge der Kalkablagerungen und des Stoffwechsels überhaupt.

Leydig's Ausspruch: „An der Basis und an den in die Lederhaut ausgehenden Seiten der Schuppen zeigen sich (Fig. 6) senkrechte und wagerechte Lamellen, die in verschiedener Lage über einander weggehen" findet in Obigem seine Erklärung, wenn man unter „Lamellen" einmal die feinen dicht neben einander liegenden Canälchen, und dann die deutliche Schichtung der Grundsubstanz versteht.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein der Oberfläche paralleler Schliff aus einem seitlichen Theile einer Schuppe von *Lepidosteus*.

a) Grundsubstanz mit sehr feinen parallelen Canälchen.

b) Knochenkörperchen.

c) Querdurchschnitte von Canälchen, die den Zahncanälchen der Säugethierzähne ähnlich sind.

Fig. 2. Dieselben Verhältnisse aus einer anderen Stelle, um die Unterbrechung (c) der feinen Canälchen zu zeigen. a und b wie in Fig. 1.

Fig. 3. Die feinen Canälchen im Querschnitt (a); ebenso die den Zahncanälchen ähnlichen (c); b Knochenkörperchen.

Fig. 4. Querschliff eines Theiles einer Schuppe von *Lepidosteus*.

a) Schmelz.

b) Knochensubstanz.

cc) Canälchen, welche den Zahnröhrchen ähnlich sind, bei c′c′ Fortsätze an die Grenzen der Schmelzschichten abgebend; ee inneres, sich verästelndes Ende dieser Canälchen.

d) Becherförmige Erweiterung der unter cc genannten Canälchen.

Fig. 5. Oberfläche eines Theiles einer Schuppe von *Lepidosteus* bei etwa 250maliger Vergrösserung, in welcher auch die obigen Figuren und die folgende gegeben ist.

aa) Mikroskopische Hügelchen der Schmelzoberfläche.

bb) Risse des Schmelzes.

cc) Einfache Mündungen.

dd) Becherförmig erweiterte Mündungen der Canälchen cc von Fig. 4; d′d′ eben solche unter der Oberfläche liegend.

Fig. 6. Ein Stück vom hinteren Rand einer Schuppe von *Lepidosteus*, um die Bildung zu zeigen, welche ich als Basaltheil eines abgestossenen Stachels erklärt habe.

a) Erweiterte centrale Höhle.

b) Ein von dieser ausgehendes Canälchen.

Fig. 7. Oberfläche eines Schuppentheiles von *Polypterus*; die mikroskopischen Hügelchen sind weggelassen. Vergrösserung etwa 120.

a) Ausmündungsstellen der Blutgefässe führenden Canäle.

b) Höfe um dieselben, von der Schichtung um sie bedingt.

c) Risse im Schmelz.

Fig. 8. Querschliff einer Schuppe von *Polypterus* bei 250maliger Vergrösserung.

a) Schmelz.

b) Knochensubstanz.
cc) Blutgefässe enthaltende Canäle.
dd) Deren Umgebung concentrisch geschichtet.
ee) Von diesen Canälen entspringende Canälchen.

Am äusseren Rande des Schmelzes habe ich es versucht, die mikroskopischen Erhöhungen der Oberfläche wieder zu geben; in Fig. 4 sind sie weggelassen.

Ueber das Auge der Sapphirinen und Pontellen.

Von

Dr. C. Claus in Marburg.

(Hierzu Taf. V. B., Fig. 1—3.)

Seitdem durch Leydig die feineren Structurverhältnisse des Arthropodenauges erkannt, und die Beziehung des facettirten Auges zu dem sogenannten einfachen Auge nachgewiesen war, konnte man noch von denjenigen Gliederthieren mancherlei interessante Modificationen des Sehorganes erwarten, bei welchen das letztere durch eine möglichst geringe Zahl von Elementen der Cornea, des Glaskörpers und percipirenden Apparates zusammengesetzt ist. So erhielten wir von Gegenbauer die Darstellung des Sapphirinenauges (Müller's Archiv, 1858), durch welche die Kenntniss der einfachen Sehorgane wesentlich gefördert wurde. Unabhängig von Gegenbauer's Untersuchungen war mir im verflossenen Winter die Gelegenheit geboten, Sapphirinen zu beobachten, und in Bezug auf das mit einer förmlichen Accommodation ausgestattete Auge zu untersuchen. Da ich nicht in allen Stücken mit Gegenbauer übereinstimme, so erlaube ich mir in wenigen Bemerkungen auf die beiderseitigen Differenzen aufmerksam zu machen.

Auf der vorderen Fläche der Ganglienmasse, welche Ge-

hirn und Bauchknoten vereint, erheben sich zwei kegelförmige mit der breiten Basis nach vorn gekehrte Pigmentkörper. Dieselben sind durch eine schwache aber für die besondere Species charakteristische Krümmung ausgezeichnet, indem sich bei dem Männchen von *Sapphirina fulgens* der convexe Bogen nach der Seitenfläche des Thieres, bei *Sapphirina salpae*, wie ich eine neue in der Kiemenhöhle von *Salpa africana-maxima* schmarotzende Form nenne (Fig. 1), nach der Medianlinie des Körpers wendet.

Mit Recht bezeichnet Gegenbauer diese Pigmentmasse als Pigmentscheide, da dieselbe von einem Lumen durchsetzt ist, in welches von dem Gehirn aus Nervenfasern einzutreten scheinen. Während die Wandungen der Pigmentscheide an dem erweiterten vorderen Theile dünn und orangegelb gefärbt sind, zeichnet sich der grössere hintere Abschnitt durch eine beträchtlichere Dicke der Wandung und hiermit im Zusammenhang durch eine dunkele, braunrothe Färbung aus, sodass man kaum das enge Lumen nachweisen kann. Von dem orangegelben Vordertheile der Pigmentscheide bedeckt, erhebt sich nach der Vorderfläche des Thieres gewendet ein ellipsoidischer Körper von starker Lichtbrechung, welcher, wie auch Gegenbauer bemerkt, innen weiter als aussen von der Pigmentscheide bedeckt ist. Während dagegen Gegenbauer den lichtbrechenden Körper sich nach hinten verschmälern und den Hohlraum der Pigmentscheide bis zum Gehirn durchsetzen lässt, sehe ich dessen hintere Fläche durch eine vollkommene Abrundung scharf umgrenzt, und in der vorderen Partie der Pigmentscheide endigen. Freilich erheben sich hierdurch für die Deutung des lichtbrechenden Körpers als Krystallkegel, welche so schön mit den Anschauungen des Facettenauges stimmt, erhebliche Schwierigkeiten, indess ist es nach meinen Beobachtungen Thatsache, dass das lichtbrechende Ellipsoid mit dem Nervencentrum in keiner Verbindung steht. Es würde somit Dana's Auffassung, nach welcher dieser Körper die Linse (hintere Linse) bildet, der Deutung Gegenbauer's als percipirendes Element vorzuziehen sein. In beträchtlicher Entfernung vor

der hinteren Linse erhebt sich ein zweiter lichtbrechender Körper genau in der Verlängerung der Augenachse. Derselbe wird durch die linsenförmige Verdickung der Chitinhaut gebildet, und entspricht morphologisch einer Hornhautfacette des zusammengesetzten facettirten Arthropodenauges. Indem ich in Bezug der näheren Verhältnisse auf Gegenbauer's genaue Angaben verweise, füge ich noch hinzu, dass das Centrum der Cornea (vordere Linse Dana's), von dichterer Beschaffenheit als die peripherischen Abschnitte, das Licht stärker als diese bricht. Sehr deutlich sieht man bei *Sapphirina salpae* die Scheibe der Aequatorialebene nach beiden Seiten durch zarte Linien abgegrenzt, die eben nichts anderes als die Berührungsfläche verschieden dichter Medien bezeichnen. Der beträchtliche Raum zwischen Cornea und Linse wird nach Gegenbauer von einer gallertartigen Substanz, dem Glaskörper, ausgefüllt, der ohne eine histologische Structur durch ein geringeres Lichtbrechungsvermögen, als die ihn umschliessenden Linsen, ausgezeichnet ist. Ich habe diese als Glaskörper bezeichnete Flüssigkeit nicht von dem umgebenden Nahrungssafte der Brechung nach unterscheiden können. Von der Scheide des Pigmentkörpers verlaufen äusserst zarte Fasern nach der Cornea, um sich an dem Chitinpanzer zu befestigen. Wie Gegenbauer, deute auch ich dieselben als Muskelfasern, und erkenne in ihrer Contraction den Mechanismus an, durch welchen die Annäherung des gesammten hinteren Augenabschnittes an die vorderen, eine Accommodation im vollsten Sinne, ausgeführt wird. Ueber das unpaare Organ, welches zwischen den beiden hinteren Linsen liegt, habe ich nur hinzuzufügen, dass dasselbe bei *Sapphirina salpae* am vorderen und hinteren Ende einen Pigmentkörper einschliesst. Im Inneren des Bläschens liegen fünf lichtbrechende Kugeln, die vermuthlich mit dem hinzutretenden Nerven im Zusammenhang stehen, und als accessorische Augen die Perception gewisser Lichteindrücke vermitteln.

Fragen wir nach der Bedeutung der beiden hinter einander gelegenen Linsen für die gesammte Lichtempfindung, so

möchte wohl die von Dana gegebene Auffassung wesentlich zu modificiren sein. Sicherlich ist die Cornea in ihrem Verhältniss zum Auge keiner Brille oder Lupe zu vergleichen, denn wäre sie eine solche, so müsste der in beträchtlicher Weite dahinter liegende Augenabschnitt das auf eine bestimmte Entfernung accommodirte Auge repräsentiren, in welchem durch die biconvexe Sammellinse ein vergrössertes Bild der in der Nähe des Brennpunktes der letzteren gelegenen Objecte erzeugt würde. Dann müsste der Kreis der deutlichen Wahrnehmung auf die in unmittelbarer Nähe befindlichen Gegenstände reducirt, das Sehvermögen ein sehr beschränktes sein. Auch spricht die beträchtliche Entfernung der hinteren Linse von der Cornea gegen diese Auffassung, wie auch das Vorrücken des hinteren Augenabschnittes nur im Sinne einer sehr beschränkten Accommodation gedeutet werden könnte. Richtiger betrachtet man die Cornea in ihrer Leistung als unmittelbar mit der ellipsoidischen Linse zusammengehörig. Beide bilden vereint mit dem Glaskörper den für die bestimmte Art und Grösse des Sehens nothwendigen Apparat der Strahlenbrechung, ähnlich wie im Wirbelthierauge Cornea, Linse und Glaskörper. Das Eigenthümliche der Anordnung besteht nur darin, dass derselbe, wie es scheint, gleich einem Fernrohre zur Vergrösserung der in bestimmter Entfernung befindlichen Objecte dient; während die percipirten Bilder im natürlichen Abstand beider Linsen sich auf Gegenstände weiterer Entfernung beziehen, kommen wegen des Vorrückens des hinteren Augenabschnittes an die Cornea continuirlich nähere Objecte zur deutlichen Wahrnehmung. Zu einer genaueren Analyse des betrachteten Brechungssytems fehlen leider die genauen Grössenbestimmungen, die am lebenden Thiere hätten ausgeführt werden müssen. Die Nervenelemente, welche die Perception des Bildes vermitteln, liegen zweifelsohne in dem Lumen der Pigmentscheide, deren hinteres Ende ja unmittelbar dem Gehirnknoten aufsitzt.

Während das Sapphirinenauge hiernach eine ganz eigenthümliche Modification des Arthropodenauges darstellt, be-

sitzt das Sehorgan verwandter Copepoden, der Pontellen (*Pontia*, Milne Edw.), einen Bau, welcher sich einfach und natürlich auf das facettirte Auge der Arthropoden zurückführen lässt. Hier hätten wir wenigstens keinen anderen Grund, die hinter der Cornea gelegenen lichtbrechenden Zapfen als Linsen aufzufassen, als den der Analogie mit dem Sapphirinenauge. An jeder Seite des vorderen Kopfabschnittes findet man zwei Hornhautfacetten von 0,07 Mm. Breite, und unmittelbar unter denselben zwei gallertartige, leicht zerstörbare Krystallkegel,[1]) welche an ihrer Basis von Pigmentmasse umgeben sind. Die letztere liegt unmittelbar dem Gehirne auf, und theilt sich jederseits in zwei Hälften, von denen jede einem Krystallkegel entspricht. Da wo der Krystallkegel dem Pigmente aufsitzt, zeigt das letztere einen hellen Fleck, welcher auf ein Lumen ähnlich der Pigmentscheide des Sapphirinenauges hinzudeuten scheint. Eine Annäherung der Krystallkegel an die Facetten der Cornea wurde nicht beobachtet, und ist auch bei dem sehr geringen Abstande beider Theile unwahrscheinlich.

Auf der centralen Fläche des vorderen Kopfabschnittes unterhalb des Sehorgans beobachtet man in der Mittellinie eine gestielte bewegliche Kugel, deren äussere peripherische Schicht unterhalb einer homogenen dünnen Chitinhülle durch blaues Pigment gefärbt ist. Die vordere gewölbte Fläche derselben entbehrt, wie ich mich an aufbewahrten Präparaten überzeugt habe, des Pigmentes, und ist von einer Masse erfüllt, die von stark lichtbrechender Beschaffenheit im Centrum einen nach innen gewölbten Zapfen zeigt, der sich durch die bedeutendere Brechung der Lichtstrahlen deutlich abgrenzt. Herr Prof. Leuckart, der im verflossenen Herbst auf Helgoland ebenfalls Pontellen untersuchte, hält die gesammte Kugel für das Aequivalent des unpaaren Entomostrakenauges, und den gewölbten Zapfen des vorderen Abschnittes für eine Linse.

1) Die in Fig. 2 mit a bezeichnete Bildung ist nichts als eine Verdickung der Chitinhaut, die sich von der Rückenfläche in das Innere des Körpers erhebt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Das Sehorgan von *Sapphirina salpae* von der Rückenfläche aus betrachtet.

a) Die zu zwei Linsen verdickte Cornea.

b) Der Raum zwischen der Cornea und der ellipsoidischen Linse erfüllt von einer hellen Flüssigkeit, und umgeben von zarten Fasern musculöser Natur, welche sich an die äussere Körperbedeckung anheften.

c) Die ellipsoidische Linse.

d) Der obere orangegelb gefärbte Theil der Pigmentscheide, den unteren Theil der Linse in sich aufnehmend.

e) Der hintere Abschnitt der Pigmentscheide von dunkeler Färbung mit dicker Wandung und einem engen Lumen, unmittelbar dem Gehirnganglion aufsitzend.

f) Das unpaare Sinnesorgan durch zarte Fäden befestigt.

g) Die vordere Grenze des Kopfes.

Fig. 2. Das Auge einer männlichen *Pontia* (Milne Edw.) *Pontella* (Leach) von der Rückenfläche aus gesehen.

a) Die beiden Linsen der rechten Seite, hinter ihnen die Krystallkegel mit dem Pigmentkörper.

b) Die unpaare blaue Kugel durch die Rückenfläche hindurchschimmernd.

c) Die Basalglieder der Antennen zu beiden Seiten des Rostrums mit seinen gabelförmigen Fortsätzen.

d) Chitinfortsätze der äusseren Bedeckung.

Fig. 3. Dasselbe von der rechten Seite betrachtet. Die Krystallkegel sind in dieser Lage verdeckt.

a) Die durchschimmernden Linsen der linken Seite.

b) Die zwischen den Antennen gelegene bewegliche blaue Kugel mit der hellen Linse(?).

Helminthologische Beiträge.

Von

E. A. Platner,
vormaligem Docenten in Heidelberg.

(Hierzu Taf. VI, VII, VIII.)

I.

Anatomische Untersuchungen über den menschlichen Band- oder Kettenwurm (*Taenia solium L.*).

Die Naturgeschichte der Eingeweidewürmer ist zwar in den letzten Decennien vielfach und von sehr verschiedenen Seiten in Angriff genommen worden, indessen noch lange nicht zum Abschluss gelangt. Wenn auch viele Forscher von anerkanntem Ruf, wie namentlich Creplin, Mehlis, Nitzsch, Diesing, Steenstrup, Eschricht, Kölliker, Mayer, Leuckart, Dujardin, van Beneden und ganz besonders von Siebold sich sehr verdient darum gemacht haben, so bleibt doch immer noch gar mancherlei zu erforschen übrig, und wer den Ekel glücklich überwindet, den Eingeweidewürmer wohl anfangs Jedem mehr oder weniger erregen, hat Gelegenheit, bei der Beschäftigung mit diesen Thieren noch sehr merkwürdige und lehrreiche Beobachtungen zu machen. Schon ihr ganzes Dasein hat etwas Ungewöhnliches und Räthselhaftes, und bis auf die neueste Zeit wusste man nicht, von wannen sie kommen, und wohin sie gehen. Die Erscheinung der Eingeweidewürmer war die letzte und mächtigste Stütze der Lehre von der Generatio aequivoca. Nun ist auch diese endlich zusammengebrochen und in der Lehre von der Erzeugung organischer Wesen eine befriedigende Einheit hergestellt. Schon seit Jahren hat auch

der Verfasser der vorliegenden Abhandlung im Stillen den Eingeweidewürmern eine ganz besondere Theilnahme geschenkt, und als sich ihm kürzlich mehrmals Gelegenheit bot, gegen die Umtriebe menschlicher Bandwürmer ärztlich einzuschreiten, fühlte er sich lebhaft angeregt, die seines Wissens noch wenig bekannten anatomischen Verhältnisse derselben einer sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen.

So ist die nachfolgende Arbeit entstanden, welche, sofern Zeit und Umstände es gestatten, fortgesetzt werden soll, und womit ich mich der Gunst des anatomischen und physiologischen Publicums bestens empfohlen haben will. Da vielleicht hin und wieder Zweifel über die Richtigkeit des von mir Beobachteten entstehen könnten, so will ich noch bemerken, dass es mir gelungen ist, einen Theil meiner Präparate unverändert aufzubewahren, und dass es mir ein Vergnügen sein wird, dieselben vorzuzeigen.

I.

Von den Geschlechtswerkzeugen des menschlichen Bandwurmes.

Der Bandwurm *Taenia solium L.* gehört bekanntlich zu den Zwittern, d. h. jedes reife Glied desselben führt männliche und weibliche Geschlechtswerkzeuge zugleich. Diese Geschlechtswerkzeuge öffnen sich nach aussen an den Seitenrändern des Wurmes in der Vertiefung eines kleinen, schon mit unbewaffneten Augen leicht erkennbaren Hügelchens. Dieses Hügelchen, welches man als Schaamhügel bezeichnen kann, liegt bald an der rechten, bald an der linken Seite, ohne dass dieser Wechsel an eine bestimmte Regel geknüpft wäre. In dem Grunde seiner Vertiefung befindet sich eine Spalte, die von einem besonderen Saum eingefasst ist. In dieser Spalte münden dicht nebeneinander die Geschlechtswerkzeuge, die männlichen mehr nach vorn, die weiblichen mehr nach hinten.

1. Weibliche Geschlechtswerkzeuge.

Die weiblichen Geschlechtswerkzeuge bestehen aus: dem Fruchtstock, den Dotterstöcken, dem Keimstock, dem birnförmigen Körper, dem Samengefäss und der Scheide.

a. Der Fruchtstock ist das Organ, in welchem sich der Embryo innerhalb des Eies bis zu seiner völligen Reife entwickelt. Er verbreitet sich beinahe durch das ganze Glied, und stellt ein baumförmig verzweigtes System blind endigender Canäle dar (Taf. VI, Fig. 1.). Man kann daran unterscheiden den Stamm, die Wurzeläste (Fig. 1c.), die Seitenäste (Fig. 1b) und die Wipfeläste (Fig. 1a.). Der Stamm nimmt die Mittellinie des Leibes ein, und verläuft mit geringen Biegungen von hinten nach vorn. Sein Querdurchmesser, der sich so ziemlich gleich bleibt, zeigt sich in reifen Gliedern hinten etwas grösser als vorn. Vom Hinterende des Stammes entspringen ein paar Aeste, welche ich die Wurzeläste nenne (Taf. VI, Fig. 3.). Sie zeichnen sich gewöhnlich durch grössere Stärke und bedeutendere kolbige Anschwellung ihrer blinden dicht neben einander liegenden Enden vor anderen Aesten aus. Indem die Wurzeläste vom Stamm nach hinten und aussen laufen, lassen sie zwischen sich einen beinahe dreieckigen Raum frei, den ich die Dammgegend nennen will. Nur in ganz reifen Gliedern wird durch die zunehmende Entwickelung der Aeste dieser Raum zu einer Spalte verengt, doch giebt es auch Bandwürmer, wo schon in jugendlichen Gliedern die Dammgegend mehr oder weniger verdeckt ist, so dass es fast den Anschein gewinnt, als kämen beim Menschen unter dem Namen *Taenia solium* verschiedene Arten von Taenien vor, zumal da auch ausserdem mancherlei Verschiedenheiten beobachtet werden können. Die Dammgegend ist eine Stelle, die ganz besondere Aufmerksamkeit verdient, denn es liegt in ihr ein sehr zarter und schwer zu unterscheidender Geschlechtstheil. Den Wurzelästen ähnlich gebildet, nur meist schmäler und weniger ästig, sind die Seitenäste. Zwischen ihnen bleibt für den Verlauf

gewisser anderer Geschlechtstheile an der Seite, wo der Schaambügel liegt, ein besonderer Raum frei. Die Wipfeläste haben das Eigenthümliche, dass von ihnen nach vorn zu eine Anzahl ziemlich regelmässig neben einander gestellter Aeste entspringen, wie die Finger an einer Hand (Taf. VI, Fig. 2.). Ich nenne sie die Wipfelblätter. Sie sind um so kleiner, je jünger das Glied ist. Sie treten zuerst als kleine Knospen auf, die völlig von einander getrennt sind. Mit zunehmender Entwickelung des Gliedes verlängern sie sich mehr und mehr und rücken zugleich dicht zusammen.

Alle Aeste verlieren bei ihrer Theilung nicht an Durchmesser, sondern sind nach derselben oft stärker als vorher. Je jünger die Glieder, um so weiter sind die Abstände der Aeste von einander, und um so gestreckter ist ihr Verlauf. Mit zunehmender Reife legen sie sich dichter aneinander, und werden mehr geschlängelt.

Der Fruchtstock ist im reifen Zustande ganz und gar mit gelbbraunen Eiern angefüllt, welche rund oder länglich rund sind, und in denen man den Embryo als ein längliches oder rundliches mehr oder weniger gekrümmtes Würmchen deutlich erkennen kann.[1]) Bevor die Eier im Fruchtstock zur Entwickelung gelangen, sieht er blass und schwach gelblich aus. Seine Wände scheinen ziemlich dick zu sein, denn wenn man den mit Eiern gefüllten Fruchtstock presst, so kommen, namentlich nach aussen zu, Umrisse zum Vorschein, welche von den durch die Eier gebildeten sichtlich entfernt sind. Der Fruchtstock besitzt aller Wahrscheinlichkeit nach lebendige Contractilität, obwohl ich Fasern an demselben nicht erkennen konnte. Die Entwickelung der Eier beginnt in demselben nicht auf allen Punkten zugleich, sondern zuerst in den Anfängen der vom Hinterende entspringenden Aeste, besonders in der Nähe des birnförmigen Körpers.

b. Die Dotterstöcke, deren zwei vorhanden sind, lie-

---

1) Die Entwickelungsgeschichte desselben hoffe ich ein andermal geben zu können. Beiläufig sei hier erwähnt, dass der Dotter zu einer gewissen Zeit deutlich mit Wimpern versehen ist.

gen zu beiden Seiten des hinteren Endes vom Stamm des Fruchtstocks. Jeder Dotterstock besteht in einem rundlichen Haufen durcheinander laufender Canälchen (Taf. VII, Fig. 2c.). Nach aussen zu bilden diese Canälchen meist Schlingen.

Nach dem Stamm des Fruchtstocks zu vereinigen sich sämmtliche Canäle auf jeder Seite zu einem gemeinschaftlichen sehr kurzen Ausführungsgang, der am birnförmigen Körper in den Stamm des Fruchtstocks eintritt. Nicht selten beobachtet man auch eine Communication des Ausführungsganges der einen Seite mit dem der anderen Seite, so dass vielleicht für beide Dotterstöcke eigentlich nur ein Ausführungsgang vorhanden ist. Dieses wird um so wahrscheinlicher, da beide Dotterstöcke nicht ganz dieselbe Grösse haben, sondern der, welcher mit dem Schaamhügel auf ein und derselben Seite liegt, immer etwas kleiner ist als der auf der anderen Seite, und immer nur der Ausführungsgang des grösseren den des kleineren aufzunehmen scheint. Die Dotterstöcke enthalten kleine runde oder länglich runde Körnchen, die Dotterkörnchen, welche im Fruchtstock zur Entwickelung der Eier verwendet werden. Die Umrisse der Dotterstöcke sind so zart, und sie selbst so hell, dass man in reifen oder selbst in halbreifen Gliedern von ihnen entweder gar nichts, oder nur Bruchstücke zu sehen bekommt. Um sich von ihrem Dasein und ihrer Form zu überzeugen, muss man Glieder untersuchen, bei welchen die Geschlechtstheile eben anfangen, sich zu entwickeln, später werden sie durch andere daneben und darüber auftretende Organe fast völlig verdeckt.[1])

c. Der Keimstock. Als solchen betrachte ich eine runde oder länglich runde Blase mit sehr zarten Umrissen von ganz schwach gelblicher Färbung, welche ziemlich dicht am hinteren Ende des Stammes zwischen den Wurzelästen liegt (Taf. VII, Fig. 2e.). In ganz jungen Gliedern erscheint sie wasserhell. In der Mitte dieses Organs entspringt ein

1) Meine bildliche Darstellung derselben ist daher zum Theil eine gemachte, und vielleicht etwas zu vollkommen ausgefallen.

Gang, der von da mit einigen Windungen nach dem hinteren Ende des Fruchtstockes läuft, und in den Stamm desselben eintritt, obgleich dieses nicht deutlich zu sehen ist. Dass dieser Gang sich mit einem vom birnförmigen Körper kommenden verbinde, wie es Mehlis vorgekommen ist, [1]) kann ich nicht bestätigen. Der vom birnförmigen Körper kommende Gang tritt nach meinen Beobachtungen kurz vor dem hinteren Ende des Stammes ebenfalls in diesen ein. In einigen Fällen schienen mir beide Gänge dicht neben einander in den Fruchtstock zu münden. Doch ist ein Irrthum hier sehr verzeihlich, da der Gegenstand ausserordentlich schwer zu beobachten ist. Dicht neben jenem Gang entspringt ein zweiter aus der Mitte des Keimstocks, welcher nach hinten läuft. Der Ursprung beider Canäle ist so dicht neben einander, dass es oft scheint, als bildeten sie nur einen einzigen Canal mit einer nach unten gerichteten Schlinge. Der nach hinten laufende Canal wird bald breiter und scheint, nachdem er nur wenig über den hinteren Rand des Keimstocks hinausgegangen ist, sich rechts und links in ein paar kleine citronenförmige Körper zu verlieren, welche Aehnlichkeit mit den weiter unten beschriebenen Hodenkörperchen haben. Diese selbst hängen wieder mit netzförmig verbundenen Canälen zusammen, die weiterhin abermals mit ähnlichen Körperchen in Verbindung treten. Alles ist aber so blass und undeutlich, dass man die Richtigkeit des Gesehenen in Frage stellen muss.

In dem Keimstock entwickeln sich die Eikeime, welche, nachdem sie in den Fruchtstock gelangt sind, sich daselbst mit Dotterkörperchen umgeben, ihre Schaale erhalten und befruchtet werden.

d. Der birnförmige Körper ist ein dunkelgelbbraunes birnförmiges, in jungen Gliedern spindelförmiges Organ, das mitten auf dem hinteren Ende des Fruchtstockstammes liegt, mit seiner Basis nach vorn, mit seiner Spitze nach hinten (Taf. VI, Fig. 3. Taf. VII, Fig. 2d.). Sein Querdurchmesser

1) Isis 1831. S. 70.

beträgt in gut entwickelten Gliedern 0,02, und sein Längendurchmesser 0,03 Centimeter. In jüngeren Gliedern findet man es nicht ganz in der Mitte des Stammes, sondern mehr auf der dem Schaamhügel zugewendeten Seite. Hat sich der Fruchtstock bereits mit dicht gedrängten Eiern gefüllt, so werden seine Umrisse dadurch völlig verdeckt, und es erscheint dann wie in den Keimstock eingebettet. Nach vorn zu steht dieses Organ in Verbindung mit dem weiter unten beschriebenen Samengefäss, nach hinten geht seine Spitze in einen Canal über, der sich sehr verengt, und mit ganz feiner Mündung kurz vor dem hinteren Ende des Stammes in diesen eintritt. Der Nutzen dieses Organes besteht aller Wahrscheinlichkeit nach in der Aufbewahrung des männlichen Samens, was bei der ungeheuren Menge der nach und nach reifenden Eier nichts Befremdendes hat. Uebrigens ist ein eigenes Receptaculum seminis nichts Neues, und schon bei Insecten vielfach beobachtet worden. Die gelbbraune Färbung des birnförmigen Körpers könnte auf die Vermuthung führen, dass er zur Absönderung von Substanzen diene, welche zur Bildung der Eihüllen verwendet würden. Eine solche Function würde sich aber wohl mit der eines Receptaculum seminis nicht gut vertragen.

e. Die Scheide und das Samengefäss. Die äussere Oeffnung der weiblichen Geschlechtswerkzeuge führt zunächst zu einem kurzen Canal, der ohne alles Bedenken als Scheide gedeutet werden kann (Taf. VII, Fig. 2i.). Indem die Scheide sich allmälig verengt, geht sie in einen langen, dunklen, fein punctirten, überall gleich weiten, etwas gedrehten, meist gestreckten und nur in reifen Gliedern etwas geschlängelten Canal über von 0,02—0,03 Millimeter Breite. Dieser Canal läuft anfangs fast senkrecht gegen den Stamm des Fruchtstocks, in dessen Nähe angekommen, wendet er sich aber in einem Bogen nach hinten, schneidet den Stamm des Fruchtstocks unter einem spitzen Winkel, und geht dann mitten auf diesem noch etwas weiter nach hinten, bis er den Grund des birnförmigen Körpers erreicht, und in diesen eintritt. Kurz zuvor ehe er dieses Organ erreicht, zeigt er eine kleine

Anschwellung, aus welcher er dünner und heller wieder hervortritt. In ganz reifen Gliedern ist dieses hellere Endstück nicht mehr zu sehen. Man kann hier den Canal nur bis zu der erwähnten kleinen Anschwellung verfolgen, hinter derselben wird er durch die Eier völlig verdeckt. Ich nenne diesen Gang das Samengefäss, denn er ist ganz dicht erfüllt von Samenfädchen, die darin gedrängter vorkommen, als in dem daneben verlaufenden gewundenen und weiteren männlichen Samenbehälter. Anfangs mochte ich dieses Gefäss darum gar nicht für einen weiblichen Geschlechtstheil halten, sondern eher für ein Vas deferens, dem es seinem Ansehen und Inhalte nach vollkommen entsprechen würde. Dass dieses Gefäss nicht dazu dienen kann, die Eier zu entwickeln, oder auch nur an's Licht der Welt zu setzen, hat schon Mehlis vollkommen eingesehen. Es ist dazu viel zu eng, denn der grössere Durchmesser der reifen Eier beträgt 0,04 Millimeter. Die Geburt der Eier muss durch Bersten des Fruchtstocks und durch Trennung der einzelnen Glieder erfolgen. In der That suchen nach v. Siebold die einzelnen Glieder vor ihrem Tode sich ihrer Eier gewaltsam zu entledigen.

2. Männliche Geschlechtswerkzeuge.

Die männlichen Geschlechtswerkzeuge bestehen aus: dem Cirrusbeutel mit Penis und Samenblase, dem Samenbehälter, dem Samensinus und den Hodenkörperchen sammt deren Ausführungsgängen.

a. Penis, Samenblase und Cirrusbeutel. Der Penis ist ein dünnes, etwas gewundenes fadenartiges Organ (Taf. VII, Fig. 2p.), das gewöhnlich, indem es sich zurückgezogen hat, nicht sichtbar ist. Er führt zunächst zu einer länglichen, etwas gewundenen Höhle, der Samenblase (Taf. VII, Fig. 7a.), und ist sammt dieser in eine scheidenartige Hülle, den Cirrusbeutel, eingesenkt. Der Cirrusbeutel hat unmittelbar neben sich — nach hinten zu — die Scheide.

b. Der Samenbehälter, der wohl am ersten dem Nebenhoden der höheren Thiere entsprechen dürfte, ist ein langer, vielfach durcheinander gewundener, mehr oder we-

niger gelbbraun gefärbter Schlauch von 0,05 Millimeter Querdurchmesser (Taf. VII, Fig. 2g.). Seine Dicke bleibt sich fast überall gleich, nur in der Mitte findet man ihn öfter unmerklich weiter. Durch einen ausserordentlich dünnen Canal, den ich den Hals des Samenbehälters nenne (Taf. VII, Fig. 2n.), und an dem man in reifen Gliedern noch eine besondere Cförmige Anschwellung (Taf. VII, Fig. 4a.) bemerkt, steht er mit der Samenblase in Verbindung. Die Länge des Halses ist sehr verschieden, in reifen Gliedern etwa der des Cirrusbeutels gleich, in unreifen kürzer. Der Samenbehälter enthält von Anfang bis zu Ende kleine Samenfädchen. Seine Windungen zeigen sich öfter deutlich als in einander geschobene Spiralen. Er geht in leichter Krümmung senkrecht gegen den Stamm des Fruchtstocks, wo er mit einem gestreckten Endstück in dem Samensinus endigt. Er hat immer mehr oder weniger dicht neben sich nach hinten das gestreckte weibliche Samengefäss.

c. Der Samensinus ist eine kleine unregelmässig gestaltete zackige Höhle, in welche sämmtliche Ausführungsgänge der Hodenkörperchen münden, und aus welcher der Samenbehälter seinen Anfang nimmt. Der Samensinus (Taf. VII, Fig. 2a.) liegt mitten auf dem Stamm des Fruchtstocks, in dessen hinterem Dritttheil, der äusseren Geschlechtsöffnung gegenüber. Er ist sehr selten ganz deutlich zu sehen, und es müssen ganz besondere Umstände sich vereinigen, wenn er sichtbar werden soll. Ein besonderer Samensinus kann jedoch auch fehlen, und man sieht die Ausführungsgänge der Hodenkörperchen dann unmittelbar in das gestreckte Ende des Samenbehälters eintreten.

d. Die Hodenkörperchen. Mit diesem Namen bezeichne ich kleine kugelförmige beinahe wie Aepfel aussehende Organe, die durch sehr zarte rankenartige Canäle mit einander verbunden sind (Taf. VI, Fig. 4.). Sie sind eben soweit verbreitet wie die Zweige des Fruchtstocks, ja noch darüber hinaus. Indem sie sich mit ihren Ranken an denselben hinziehen, gleichen sie einem Weinstock mit Trauben, der an einem Spalier in die Höhe gezogen worden ist. Ge-

wiss hat Eschricht dieselben Körperchen auch bei *Botryocephalus latus* gesehen, wo er sie als kleine Drüsen beschreibt, deren Ausführungsgänge sich in der Mittelgegend sammeln, und in den Eierbehälter (Fruchtstock) einmünden sollen. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,05 und 0,12 Millimeter. Sie sind kleiner in der Jugend, und grösser zur Zeit ihrer Reife. Ihre Form, wenn schon im Allgemeinen kugelförmig, zeigt doch mancherlei Abweichungen. Manche sind mehr oder weniger in die Länge gezogen, abgeplattet oder birnförmig (Taf. VI, Fig. 5.). Auch ihre Entfernung von einander ist sehr verschieden. Bald sitzen mehrere ganz dicht neben einander, bald sind sie ziemlich weit von einander entfernt, bald stehen sie in Gruppen, bald einzeln. Eben so abweichend ist ihre Durchsichtigkeit. Die kleineren mehr an den Enden sitzenden findet man in der Regel ziemlich hell und durchsichtig, während die grösseren, dem Samensinus näher liegenden, gewöhnlich sehr dunkel und undurchsichtig sind. Zu der Zeit, wo die Entwickelung der Eier im Fruchtstock beginnt, fand ich öfter alle Hodenkörperchen von gelbbrauner dunkeler Farbe. Bei den durchsichtigeren bemerkt man in der Mitte gewöhnlich eine kleine verdunkelte kreisförmige Stelle, wie die Narbe an einem Apfel, hervorgebracht durch den Canal, an welchem sie aufsitzen. Alle Verbindungszweige der Hodenkörperchen vereinigen sich endlich zu mehreren Ausführungsgängen, welche in den schon beschriebenen Samensinus auf dem Stamm des Fruchtstocks eintreten. Die Bedeutung dieser Körperchen kann hiernach nicht zweifelhaft sein. Sie müssen zur Bereitung des männlichen Samens dienen, und um dieses anzudeuten, habe ich ihnen den Namen Hodenkörperchen gegeben.

Die Anwesenheit dieser Körperchen, und die Abwesenheit eigentlicher Hoden, das Vorhandensein des engen und langen weiblichen Samengefässes sammt dem birnförmigen Körper sind Erscheinungen, wodurch sich die Geschlechtswerkzeuge des Bandwurmes von denen anderer Helminthen wesentlich unterscheiden. Fernere Untersuchungen müssen lehren, wie-

weit diese Eigenthümlichkeit bei einer Charakteristik der Cestoden verwendet werden können.

Entwickelung der Geschlechtstheile.

Eben so lehrreich als unterhaltend ist es bei dem Bandwurm, die Entwickelung der Geschlechtstheile zu verfolgen. Man hat da an den verschiedenen Gliedern ein und desselben Wurms' bei guter Präparation derselben ein prächtiges Bilderbuch über Entwickelungsgeschichte, in welchem man mit grösster Bequemlichkeit rückwärts und vorwärts nachschlagen kann. Zwar bin ich keinesweges im Stande, eine vollständige Entwickelungsgeschichte zu liefern, allein selbst die von mir beobachteten Bruchstücke dürften von Interesse sein. Die ersten Theile, welche man in ganz jungen Gliedern wahrnimmt, sind der männliche Samenbehälter und der Fruchtstock. Die Art und Weise, wie der Samenbehälter entsteht, konnte ich jedoch bis dahin nicht beobachten. Sobald er sichtbar wurde, sah ich ihn auch schon als gewundenen Gang, dem sich der Cirrusbeutel als eine Einstülpung von aussen anzuschliessen scheint. Sehr deutlich lässt sich dagegen die Entwickelung der Hodenkörperchen verfolgen. Zu der Zeit, wo die ersten Rudimente der Geschlechtstheile sichtbar werden, findet man beinahe das ganze Glied mit sechseckigen Zellen bedeckt. Nur in der Mitte und hinten lassen sie einen Raum frei, welcher einer platten Bouteille gleicht, deren Hals nach vorn gerichtet ist, und deren Basis hinten aufsitzt. Es sind daher besonders die vorderen Ecken des Gliedes, welche von jenen Zellen in grösster Ausdehnung eingenommen werden. Jede Zelle besitzt deutlich einen ovalen Kern, und insgesammt gleichen sie den sechseckigen Pigmentzellen der Chorioidea, haben aber nicht ganz deren Regelmässigkeit. Diese Zellen stehen anfangs ziemlich dicht neben einander, namentlich nach den Rändern des Gliedes zu, sehr bald aber bemerkt man, dass sich zwischen ihnen helle Räume von sehr verschiedener Form und Grösse bilden (Taf. VI, Fig. 6.). Die Zellen selbst scheinen sich da-

bei anfangs wenig zu ändern, indem aber die Intercellular-substanz in verschiedenen Richtungen mehr oder weniger wächst, werden sie allmälig aus ihrer bisherigen Lage geschoben, und zu bestimmten Gruppen und Reihen vereinigt. Sehr deutlich sieht man nun, wie ein Theil dieser Zellen mit einander verschmilzt, dabei werden sie blässer, kleiner, rundlicher und ihr Kern undeutlicher. Andere Zellen dagegen verschmelzen nicht mit einander, dagegen findet man an einer Seite derselben einen dünnen Canal, durch den sie mit einander in Verbindung treten (Taf. VI, Fig. 7.). Wie dieser Canal eigentlich entsteht, habe ich nie sehen können. Wenn ich ihn sah, waren immer bereits mehrere Zellen an denselben, wie an einer Leiste angeheftet. Bei noch weiter fortgeschrittener Entwickelung findet man einen Theil der vorhanden gewesenen Zellen verschwunden, dagegen eine Menge weiter Schläuche, und an diesen deutlich, sowohl einzeln als in Gruppen, in der Entwickelung begriffene Hodenkörperchen (Taf. VI, Fig. 8.). Sehr deutlich sieht man auch, wie die Ausführungsgänge der Hodenkörperchen nach dem Samensinus zu ihre Richtung nehmen, und sich nach dieser Gegend hin zuspitzen. In dieser Gegend selbst aber bemerkt man kleine gestielte länglich runde Bläschen, welche die Bestimmung zu haben scheinen, den Ausführungsgängen der Hodenkörperchen entgegen zu kommen, und dieselben in sich aufzunehmen.

Der Stamm des Fruchtstocks erscheint zuerst als ein knotiger Stock, der an seinem vorderen Ende einen breiten Knopf hat, nach hinten aber spitz zuläuft, und dann mit einem kleinen Knoten endigt (Taf. VII, Fig. 4). Bei weiterer Entwickelung wird sein hinteres Ende gespalten, während die knotigen Anschwellungen sich vermehren, und die vorhandenen sich zu Aesten anfangen auszudehnen (Taf. VII, Fig. 5.). So nimmt der Fruchtstock durch Wachsthum allmälig immer mehr und mehr zu, bis er endlich ein vollkommen baumartiges Gebilde darstellt. Ob und wie er aus Zellen entsteht, liess sich nicht beobachten. Jedenfalls müssten die ihn bil-

denden Zellen sehr klein sein. Sehr deutlich sieht man dagegen wieder die Bildung der Dotterstöcke aus Zellen. Um dieselbe Zeit, wo die Bildung der Hodenkörperchen aus Zellen beginnt, bemerkt man noch eine andere Art von Zellen, die sich durch ihre geringere Grösse und ihr blässeres Ansehen von jenen scharf unterscheiden. Sie liegen zu zwei rundlichen Gruppen vereinigt zu beiden Seiten des hinteren Theiles vom Fruchtstockstamm, und ordnen sich bei fortschreitender Entwickelung zu einem ganzen Bündel von zarten Canälen, die zum Theil netzförmig mit einander in Verbindung treten. Nach innen zu bildet sich aus diesem Canalbündel auf jeder Seite ein ganz kurzer gemeinschaftlicher Ausführungsgang, der in den Stamm des Fruchtstockes eintritt, während der peripherische Theil des Canalbündels sich zu lauter kleinen Schlingen gestaltet. In dieser Gegend selbst bemerkt man, wie am gestreckten Ende des Samenbehälters kleine gewundene Canälchen hervorkommen, welche mit den zunächst gelegenen Hodenkörperchen in Verbindung treten.

Was die übrigen Geschlechtstheile anbelangt, so habe ich Beobachtungen über deren Entwickelung nicht gemacht.

II.

Von dem Darmcanal, dem Gefäss- und Respirationssystem.

1. Darmcanal.

Der Darmcanal bildet einen Uförmigen Schlauch, der die Wipfeläste und Seitenäste des Fruchtstockes umgiebt, und an dem Hinterrande des Gliedes auf beiden Seiten blind endigt. Unrichtig ist es daher, wenn manche Helminthologen das Mittelstück des Darmcanals nach hinten verlegen. Dass an der Stelle, wo das Mittelstück in die Seitentheile übergeht, Klappen vorhanden seien, wie mein verstorbener Vetter Dr. Platner in Leipzig zu sehen geglaubt hat,[1]) kann ich durchaus nicht bestätigen. Ueberhaupt ist die von ihm gegebene Darstellung keineswegs richtig. Erstlich gehen die Seitentheile nicht unter einem so scharfen Winkel, wie er es

---

1) Siehe dieses Archiv 1838, S. 573.

abbildet, in das Mittelstück über, und ganz unrichtig ist es, wenn er die Seitentheile aller Glieder sich in einander fortsetzen lässt, mithin den Darmcanal mehrerer Glieder als ein leiterartiges Organ darstellt. Jedes Glied, wenigstens jedes reifere, hat seinen Darmcanal vollständig für sich. — Der Darmcanal verläuft, einige geringe wellenförmige Biegungen ausgenommen, fast ganz gestreckt. Nirgends giebt er Aeste ab. In seinem Inneren fand ich zuweilen eine krümliche gelblich gefärbte Masse. Viele Helminthologen haben ihn bisher als Gefässsystem betrachtet, offenbar aber nur, weil sie das wirkliche Gefässsystem nicht kannten. Da nun ein solches, wie wir sogleich sehen werden, von mir aufgefunden worden ist, so bedarf diese Ansicht keiner weiteren Widerlegung. Auch den Hakenwürmern dürfte ein Darmcanal schwerlich abzusprechen sein, und somit eine Eintheilung der Helminthen in solche mit und ohne Darmcanal aufgegeben werden müssen.

2. Gefäss- und Respirationssystem.

Das Gefässsystem des Bandwurms, das ich zugleich als Respirationssystem betrachte, liegt der Oberfläche des Körpers ziemlich nahe, und ist ein ausserordentlich reiches. Es kann eingetheilt werden in ein Bauch- und ein Rückengefässsystem,[1]) welche vollständig von einander getrennt zu sein scheinen. Jedes dieser Gefässsysteme besteht aus vier Längsstämmen, welche durch viele querverlaufende Aeste mit einander verbunden sind (Taf. VII, Fig. 1.). Die Längsstämme zerfallen auf jeder Fläche in zwei Mittelstämme und zwei Seitenstämme. Die Seitenstämme verlaufen dicht neben dem Darmstück ihrer Seite, dergestalt, dass je zwei den Darmcanal zwischen sich haben. Die Seitenstämme geben ausser den Verbindungsästen nach innen auch noch kurze blind endigende Aestchen nach aussen ab. Die Mittelstämme liegen beinahe in der Mitte jeder Seitenhälfte. Theilt man die Fläche zwischen den Seitenstämmen in drei Theile, und

1) Bauchseite ist die, auf welcher der birnförmige Körper liegt.

macht das mittlere Drittheil etwas grösser als die anderen, so bezeichnen seine Ränder die Gegend, in welcher die Mittelstämme verlaufen. Die Gefässe setzen sich nicht in die benachbarten Glieder fort. Jedes Glied hat eben so gut ein gesondertes Gefässsystem, als einen abgesonderten Darmcanal. Der Querdurchmesser der Gefässe beträgt kaum den fünften Theil des vom Darmcanal. Das Gefässsystem besteht aus an einander gefügten länglichen Zellen, deren Verbindung man bei starker Vergrösserung deutlich erkennen kann (Taf. VII, Fig. 3). Ob und wie lange an diesen Verbindungsstellen Scheidewände vorhanden sind, liess sich nicht ermitteln. In reiferen Gliedern erfolgte der Uebergang aus einer Zelle in die andere so rasch und leicht, dass an ein Hinderniss nicht zu denken war. Der Inhalt der Gefässe schien durchaus flüssig zu sein. Körnchen, die etwa an Blutkörperchen erinnert hätten, wurden niemals von mir wahrgenommen. Ueber die Art, wie die Säfte in dem Gefässsystem fortbewegt werden, fehlen mir alle Beobachtungen, da ich meine Untersuchungen nur an todten Bandwürmern anstellen konnte. Die Mittel, deren ich mich bediente, um die vorstehenden Untersuchungen möglich zu machen, waren ausserordentlich einfach, und werde ich bei nächster Gelegenheit ein Weiteres darüber mittheilen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1. zeigt den ganzen Fruchtstock mit Stamm und Aesten einige Mal vergrössert. a. Wipfeläste, b. Seitenäste, c. Wurzeläste.

Fig. 2. Die Wipfeläste eines noch nicht ganz reifen Fruchtstocks mit Eiern. Etwa 20 Mal vergrössert.

Fig. 3. Die Wurzeläste desselben Fruchtstocks, mit dem dunklen birnförmigen Körper auf dem hinteren Ende des Stammes.

Fig. 4. Eine Gruppe Hodenkörperchen mit gemeinschaftlichem Ausführungsgang, Vergrösserung etwa 30 Mal.

Fig. 5. Hodenkörperchen von verschiedenen Formen.

Fig. 6. Zellen mit lichten Zwischenräumen, aus denen sich die Hodenkörperchen entwickeln.

Fig. 7. Solche Zellen bei weiter fortgeschrittener Entwickelung.

Fig. 8. Noch in der Entwickelung begriffene Hodenkörperchen, durch weite Canäle mit einander verbunden.

Tafel VII.

Fig. 1. Gefässsystem, zwei Mittelstämme, ein Seitenstamm u. Queräste.

Fig. 2. Stellt die Seitenhälfte eines Gliedes dar, soweit dieselbe nöthig war, die Geschlechtswerkzeuge im Zusammenhang zu zeigen.

a) Samensinus, in den sämmtliche Ausführungsgänge der Hodenkörperchen h einmünden.
g) Der aus dem Samensinus entspringende Samenbehälter.
n) Hals desselben.
m) Cirrusbeutel.
p) Penis.
s) Schaamhügel.
b) Stamm des Fruchtstocks.
f) Aeste desselben mit Hodenkörperchen.
w) Wurzeläste des Fruchtstocks.
e) Keimstock.
c) Dotterstock.
k) Samengefäss.
i) Scheide.
l) Eine kleine Anschwellung des Samengefässes.
d) Birnförmiger Körper.
v) Ein Stück Darmcanal.

Fig. 3. Einige stark vergrösserte Gefässzellen.

Fig. 4. Fruchtstock ganz im Anfang seiner Entwickelung.

Fig. 5. Fruchtstock bei weiter fortgeschrittener Entwickelung.

Fig. 6. Zeigt die Cförmige Anschwellung (a) am Hals des Samenbehälters.

Fig. 7. Cirrusbeutel (b) mit Samenblase.

Tafel VIII.

Stellt die Vereinigung der Ausführungsgänge der Hodenkörperchen mit dem Samenbehälter oder Nebenhoden in dem Momente dar, wo sie mit Sperma strotzend gefüllt sind, was man in dieser Weise nur sehr selten zu sehen bekommt.

A ist ein Stück des gewundenen Samenbehälters, dessen gestrecktes Ende hier auffallend kurz ist.

B zeigt die in dieses Ende mündenden Ausführungsgänge der Hodenkörperchen, deren Zahl sich hier auf 8 beläuft.[1]

---

1) Herr Dr. Platner hatte die Güte, mir einige Präparate zum Geschenk zu machen, an welchen sich ein grosser Theil der beschriebenen und gezeichneten morphologischen Verhältnisse, namentlich die Verbindung der Hodenkörperchen mit dem Samenbehälter ausserordentlich klar erkennen liess. Rt.

Kleinere Mittheilungen.

Bemerkung zum Bau des Enchondroms.

Von Dr. A. Baur.

Das Enchondrom zeigt in seiner durch das Nebeneinandervorkommen von Knorpel- und Knochengewebe bedingten Structur zweierlei Verhältnisse, welche bei der Frage nach dem Uebergang des einen Gewebes in das andere streng auseinandergehalten werden müssen. Ein häufiger Ursprung des Enchondroms sind die Skelettknochen, z. B. die Phalangen. Die Knorpelneubildung beginnt hier im Inneren der dem blossen Auge erkennbaren Hohlräume, vergrössert sie allmälig und tritt zuletzt in Form rundlicher Massen an die Oberfläche. Auf dem Durchschnitt findet sich dann Knorpel- und Knochensubstanz nebeneinander, wobei aber letztere nicht aus dem angrenzenden Knorpel hervorgegangen, vielmehr das primäre Gewebe ist. Die feinere Structur besteht darin, dass die concentrischen Züge der Knochensubstanz, die Querschnitte der Lamellen, grössere oder kleinere Knorpelpartieen einschliessen. Die Knochensubstanz verhält sich hier zu den wuchernden Knorpelkernen wie das Stroma eines Krebses zu den in den Alveolen enthaltenen Krebszellen; zwischen beiden Geweben sieht man überall eine scharfe Grenze, die soweit gehen kann, dass sie sich in feinen Durchschnitten mit scharfen Rändern von einander lösen. Für die Ossification können solche Bilder nichts beweisen; die sternförmigen Knorpelzellen, welche sich hier wie überall im Enchondrom finden, dürfen daher nicht als Uebergangsformen zu Knochenkörperchen betrachtet werden. Sie entstehen überall durch Schrumpfen aus den ursprünglich runden, die Knorpelhöhle ausfüllenden Zellen, und sind deshalb von einem hellen Hofe umgeben. Für die Frage aber nach dem histologischen Ursprung der Knorpelneubildung führt die beschriebene Structur zu dem Schlusse, dass das Knorpelgewebe des Enchondroms von den Markräumen und Canälchen des Knochens entspringt, von diesen Centren aus durch Zellenwucherung wächst, und peripherisch die ursprüngliche Knochensubstanz zur Resorption bringt. Dabei kann vom Periost aus die Ossification weiter gehen, wenn schon der ganze innere Theil des Knochens durch Knorpelmassen verdrängt ist, und so entsteht dann die knöcherne Rinde mancher Enchondrome. Aus welchen Bestandtheilen des Marks die ersten Knorpelelemente sich bilden, war an Spirituspräparaten nachzuweisen unmöglich, wahrscheinlich dürften es die im Mark vorfindlichen indifferenten Zellen sein. Eine endogene Abstammung der Knorpelzellen von Knochenkörperchen konnte ich nicht beobachten. — Das Knorpelgewebe des Enchondroms kann im Laufe seiner weiteren Entwickelung selbst ossificiren; diess geschieht, abgesehen von der Regelmässigkeit in Form und Structur, in derselben Weise wie bei einem embryonalen Knorpel. Hierdurch entsteht aber das umgekehrte von dem bisher betrachteten Structurverhältniss. In nicht seltenen Fällen ist stellenweise im Enchondrom die Ossification auf eine Verkalkung der Knorpelgrundsubstanz beschränkt, aus der das von Brandt und Reichert zuerst erwähnte, und später von Scholz[1]) im Enchondrom besonders beschriebene, spongiöse Knochengewebe hervorgeht.

---

1) Scholz: De enchondromate. Diss. inaug. Vratisl. 1855.

Zur Geschichte der Physiologie des Vagus.

Von Eduard Weber.

Herr Professor Heidenhain[1]) bringt einige Beobachtungen von Volkmann in Erinnerung, welche in einer Abhandlung desselben[2]): „Von dem Baue und den Vorrichtungen der Kopfnerven des Frosches" enthalten sind, durch welche Volkmann zuerst und lange vor mir die Hemmung der Herzbewegung durch rhythmische Reizung des Vagus bekannt gemacht habe. Diese Beobachtungen seien sonderbarer Weise unbeachtet verloren gegangen, und er erlaube sich dieselben, als zur Geschichte der Physiologie des Vagus gehörig, in's Gedächtniss der Physiologen zurückzurufen.

Es könnte hiernach scheinen, dass eigentlich Volkmann die Hemmung der Bewegung des Herzens durch die Reizung des Vagus entdeckt habe, und dass ihm Unrecht geschehen, weil dieses von mir nicht erwähnt worden sei. — Dem ist aber nicht so. Heidenhain scheint nur den Anfang, nicht die Fortsetzung und das Ende der von Volkmann hierüber ausgeführten Versuche zu kennen.

Volkmann hat nämlich nachträglich in Folge weiterer von ihm und Bidder ausgeführter Versuche[3]) die Behauptung, dass aus seinen Versuchen geschlossen werden könne, dass die Reizung des Vagus einen hemmenden Einfluss auf die Bewegung des Herzens habe, ausdrücklich wieder zurückgenommen, und die von Heidenhain citirten Versuche für ungültig erklärt, weshalb er denn auch selbst auf dieselben bei seinen späteren Arbeiten über die Verrichtungen des Vagus keine weitere Rücksicht genommen hat.

Er sagt S. 373: „Diese Widersprüche in den Angaben der Beobachter würden allein ausreichen, die Resultate ihrer Versuche als vorläufig unbrauchbar zu bezeichnen; aber Versuche, welche ich mit meinem Freunde Bidder anstellte, überzeugten mich bald, dass auf diesem Wege der Forschung überhaupt nichts erreichbar sei." — „Diese Experimente haben den negativen Vortheil, zu beweisen, dass alles Experimentiren über die Abhängigkeit des Herzschlags von den Centralorganen unzulässig ist. Denn wenn der Typus des Herzschlags nach dem Tode sehr häufig Schwankungen unterliegt, ohne dass irgend eine äussere Veranlassung gegeben ist, so bleibt es ungewiss, ob die Schwankungen, welche nach Reizung der Centralorgane eintreten, durch diese vermittelt sind oder nicht."

Er theilt hierauf seine und Bidder's Versuche ausführlich mit, und zieht dann daraus folgendes Resultat:

„Was beweisen nun die Versuche früherer Experimentatoren, welche nach Reizung gewisser Hirntheile Beschleunigung der Herzschläge eintreten sahen? Durchaus nichts! Sie schoben die Vermehrung derselben, wenn sie eintrat, auf die Reizung und meinten, wo sie nicht eintrat, der Reiz habe nicht genügend gewirkt... Zu den ungültigen Versuchen bin ich genöthigt, meine eignen zu rechnen, in denen ich einen Einfluss des Vagus auf den Herzschlag der Frösche zu beweisen suchte. S. dieses Archiv 1838. S. 87."

---

1) Müller's Archiv 1858. S. 504.

2) Müller's Archiv 1838. S. 87.

3) Müller's Archiv 1842. Ueber die Beweiskraft derjenigen Experimente, durch welche man einen directen Einfluss auf die Eingeweide zu erweisen suchte. Von A. W. Volkmann.

Ueber die Elasticität der organischen Gewebe.

Von

A. W. Volkmann.

Dass die elastischen Kräfte der organischen Gewebe Berücksichtigung verdienen, hatten die physikalisch gebildeten Physiologen wohl nie verkannt, indess ist die grosse Wichtigkeit, welche diesen Kräften im speciellen Falle zukommt, doch erst durch E. Weber's Untersuchungen über Muskelbewegungen recht anschaulich geworden. Wie weit ein belasteter Muskel während der Periode der Erregung sich verkürzt, hängt davon ab, in wie weit die Contractionsbewegung, die er unbelastet gemacht haben würde, einen Abbruch erleidet, durch die Expansionsbewegung oder Dehnung, die das ihm anhängende Gewicht hervorruft. So ist es für die Muskeln jedenfalls höchst wichtig, das Verhältniss der Dehnung zu den Gewichten in Erfahrung zu bringen, und ich glaube, dass eine nochmalige Untersuchung dieses Verhältnisses um so weniger überflüssig sei, als die letzten Arbeiten von Wundt zum Theil wieder negiren, was frühere Forscher bezüglich der Elasticitätsverhältnisse organischer Gewebe bewiesen zu haben schienen.[1])

Bekanntlich hatte W. Weber zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die bisher geltenden Elasticitätsgesetze nicht auf alle Körper gleichmässig Anwendung finden. Die Behauptung nämlich: dass das Verhältniss der Ausdehnung zur Spannung sich immer gleich bleibe, möge die Spannung gross oder klein, und die Dauer ihrer Wirkung eine lange oder kurze sein, diese Behauptung, welche den Inhalt des Ela-

1) W. Wundt: Die Lehre von der Muskelbewegung. 1858.

sticitätsgesetzes ausmacht, erwies sich bei Versuchen, die mit Seidenfäden angestellt wurden, als unhaltbar. Mag man durch Spannung den Faden verlängern, oder durch Abspannung verkürzen, das Verhältniss der Spannung zur Dehnung bleibt sich im Laufe der Zeit nicht gleich, vielmehr folgt der primären Wirkung eine Nachwirkung, welche das Verhältniss bis zum Eintritte eines gewissen Grenzwerthes continuirlich ändert. Daher kann, im vollen Widerspruche mit dem Elasticitätsgesetze, sogar Verkürzung des Fadens bei zunehmender Spannung, und umgekehrt Verlängerung desselben bei Abnahme der Spannung zum Vorschein kommen. Es scheint, dass alle organischen Gewebe, vielleicht mit Ausnahme der Knochen, in der eben angeführten Beziehung den Seidenfäden gleich stehen.

Während W. Weber seine Aufmerksamkeit auf das Eigenthümliche der elastischen Nachwirkung in organischen Geweben gerichtet hatte, berücksichtigten Wertheim und E. Weber eine ganz andere Eigenthümlichkeit eben dieser Gewebe. Ihrer Angabe zu Folge ist das Verhältniss der Dehnung zur Spannung in denselben überhaupt kein constantes, sondern wird mit Zunahme der Spannung immer kleiner. Bei der beträchtlichen Anzahl von Versuchen, welche diese Angabe unterstützen, würden Bedenken gegen dieselbe kaum aufkommen können, wenn nicht beide Forscher die von W. Weber entdeckte elastische Nachwirkung unberücksichtigt gelassen hätten. Wundt, welcher diese Vernachlässigung rügt, versichert, dass wenn man die Zeit abwarte, bis die Länge eines gespannten organischen Gewebes ihren Grenzwerth erreicht habe, sich finde, dass die bekannten elastischen Gesetze in voller Geltung bleiben, indem die Dehnung überall der Spannkraft proportional sei.

So wichtig der Nachweis eines solchen Verhältnisses unleugbar sein würde, so darf man doch nicht glauben, dass eben davon die Zukunft der Elasticitätslehre, so weit sie die organischen Körper betrifft, allein abhänge. Die endliche Dehnung, die man erhält, wenn man die Zeit abwartet, bis die Länge des gespannten Körpers ihren Grenzwerth erreicht

hat, ist an sich nicht wichtiger als die primäre Dehnung, wenn wir mit diesem Namen diejenige Verlängerung bezeichnen, welche vor dem Eintritte irgend welcher Nachwirkung sich kund giebt. Selbst Dehnungen, welche zwischen diesen Grenzpunkten des Anfanges und Endes liegen, würden werthvolle Grössen abgeben, wenn die Entwickelung der elastischen Nachwirkung im Laufe der Zeit in Frage kommen sollte, wie sie bei Untersuchung der Muskelbewegung nothwendig in Frage kommt. Kurz das Verhältniss der Dehnung zur Spannung kann in jeder beliebigen Periode der Nachwirkung mit Nutzen untersucht werden, sobald sich nur die Zeit ermitteln lässt, für welche das bezügliche Verhältniss gültig ist.

Ich habe den Plan verfolgt, jenes Verhältniss für die primäre Dehnung zu bestimmen, und hielt dies aus dem doppelten Grunde für wünschenswerth, weil einerseits die Abwartung der endlichen Dehnung in den meisten Fällen unmöglich ist, andererseits, bei den Muskeln wenigstens, das Verhältniss der Verlängerungen zu den Gewichten, gerade in den ersten Perioden der Nachwirkung eine besondere Wichtigkeit hat. Ich will im Voraus bemerken, dass ich meine Absicht nicht vollständig erreicht habe, indem mir die Messung der primären Dehnung im strengen Wortsinne nicht gelungen ist, doch habe ich durchgesetzt, dass alle meine Versuche in ein und dieselbe, der primären Dehnung sehr nahe liegende Periode der Nachwirkung fallen. Hieran knüpft sich der Vortheil, dass meine Versuche unter sich vollkommen vergleichbar sind.

Ich habe die durch Wundt angeregte Streitfrage, ob die Dehnungen organischer Gewebe den Gewichten proportional seien oder nicht, durch Beobachtung der Longitudinalschwingungen eben dieser Gewebe zu lösen gesucht. Man stelle sich zunächst vor, ein vollkommen elastischer Faden sei lothrecht aufgehangen, und an seinem unteren Ende mit einem Häkchen versehen, an welches gehenkelte Gewichte angehängt werden können. Belastet man einen solchen Faden plötzlich, so entstehen Oscillationen, welche auf einer abwechselnden

Verlängerung und Verkürzung beruhen. Die Moleküle oscilliren um ihre Gleichgewichtslage, welche sie bei jeder Schwingung in dem Momente passiren, wo die Bewegung das Maximum der Geschwindigkeit erreicht, und der Faden momentan die Länge annimmt, die ihm, nach Ablauf der Schwingungen, auf die Dauer zukommt. Gesetzt also, man kannte die Länge des belasteten Fadens im Momente seines schnellsten Schwingens, so wäre die Dehnung, welche er durch das ihm angehängte Gewicht erlitten, leicht auszumitteln, denn der Unterschied zwischen eben dieser Länge und der des unbelasteten Fadens entspricht offenbar der Dehnung.

Von diesen Betrachtungen sind meine Messungen der primären Dehnung ausgegangen. Man stelle sich nun ferner vor, der eben beschriebene Versuch werde statt an einem vollkommen elastischen Faden an einem solchen ausgeführt, welcher die Erscheinungen der elastischen Nachwirkung zeigt, dann wird die plötzliche Belastung wieder Oscillationen hervorrufen, die Moleküle werden auch diesmal um eine Gleichgewichtslage schwingen, und werden diese in dem Momente passiren, wo die Schnelligkeit der Bewegung ihr Maximum erreicht, der Faden aber die Länge angenommen hat, die ihm nach Massgabe seiner elastischen Kräfte und der Zugkraft des Gewichtes momentan zukommt. Freilich ist diese Länge im vorliegenden Falle keine constante, sondern eine in Folge und nach Verhältniss der Nachwirkung allmälig wachsende. Bezeichnen wir die Länge des Fadens in dem Momente, wo er die Gleichgewichtslage passirt, allgemein mit L, so werden sich für die im Verlaufe der Zeit auftretenden Oscillationen O' O'' O''' die Längen L' L'' L''' ergeben, und es ist L'—l die primäre Dehnung, die wir suchen, wenn L' die Länge des belasteten Fadens bedeutet, die er beim Durchgange durch den ersten Gleichgewichtspunkt annimmt, und l die Länge, die demselben Faden im unbelasteten Zustande zukommt.

Dass diese Definition der primären Dehnung, mit Bezug auf die Reibungsverhältnisse, noch einer Correctur bedürfe, wird vorläufig unberücksichtigt gelassen.

Um die Länge des zu untersuchenden Fadens, in dem Momente stattfindenden Gleichgewichtes, messbar zu machen, benutzte ich das Kymographion, mit dessen Hülfe der Oscillationsvorgang graphisch dargestellt wurde. Da das Verfahren, welches hierbei eingeschlagen werden musste, allgemein bekannt sein dürfte, so beschränke ich mich bei der Schilderung desselben auf einige, wie ich glaube unerlässliche, Angaben.

Der in lothrechter Richtung hängende Muskel, um ein bestimmtes Beispiel zu geben, wird an seinem unteren Ende mit einem nach unten hakenförmigen Metallstäbchen in Verbindung gebracht, welches zum Anhängen der gehenkelten Gewichte, und zur Befestigung der am Cylinder zeichnenden Haarspitze dient. Dieses Stäbchen (Ludwig's Federhalter) wiegt 1,2 Gramm, und veranlasst daher schon an sich eine kleine Dehnung des Muskels, von welcher ich indess absehe, indem ich die nach Anbindung des Federhalters gemessene Länge für die natürliche nehme, und = 1 setze.

Sind alle Vorbereitungen getroffen, so lasse ich den Cylinder einen Umlauf machen. Hiermit entsteht auf der berussten Oberfläche desselben eine gerade Linie, welche als Abscissenaxe verwerthbar ist. Erst nach Darstellung dieser Linie wird der Muskel plötzlich belastet, und es entsteht nun die wellenförmige Dehnungscurve, deren Oscillationen immer kleiner und bald unmerklich werden. Die Curve gewinnt daher schliesslich das Ansehen einer Geraden, welche sich von der Abscissenlinie, so lange die Nachwirkung dauert, immer weiter entfernt.

Die nachstehende Figur erläutert das Gesagte.

A 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 B
a b c d e f g h i k
C D

AB bedeutet die Abscissenaxe, CD die Dehnungscurve. Die Zahlen 1, 2 ... 10 bezeichnen die Werthe der Abscissen, und die punktirten Linien a b ... h repräsentiren die Ordinaten der Dehnung, welche im Verlaufe der Zeit immer grösser werden.

Nach dem Vorstehenden ist klar, dass die Ordinate a der primären Dehnung entspricht, welche ich zu berücksichtigen beabsichtigte. Ich hatte vorausgesetzt, dass die Messung derselben keine Schwierigkeiten machen würde, fand aber bald, dass ich mich hierin getäuscht hatte. Die primäre Dehnung ist der Definition zu Folge diejenige Verlängerung des in Spannung versetzten Körpers, welche stattfindet, wenn die Gegenwirkungen der Elasticität und Zugkraft zum ersten Male sich ausgleichen. Selbstverständlich lässt sich der Werth derselben nur in so weit messen, als die Lage des Ausgleichungspunktes in der Curve erkennbar ist. Nun sind zwar die Lagen der Ausgleichungspunkte allerdings markirt, denn die Ausgleichung erfolgt in dem Momente der schnellsten Schwingung, und das Maximum der Schwingungsschnelle giebt sich im Gange der Curve durch ein Maximum der Steilheit des Auf- oder Absteigens zu erkennen, indess sind diese Lagenbestimmungen nicht hinreichend genau, um brauchbar zu sein. Jene Steilheit der Curve ist nämlich nicht nur an sich schwer zu schätzen, sondern noch überdiess ziemlich unzuverlässig, da alle Fehler im Gange des Cylinders und des Federhalters auf sie einwirken.

Unter diesen Umständen habe ich die Berücksichtigung der primären Dehnung vorläufig aufgegeben, und folgendes Verfahren vorgezogen. Ich messe die Dehnung, nachdem die Oscillationen ihr Ende erreicht haben, in einer beliebigen Periode des Dehnungsprocesses, aber für sämmtliche in Vergleich zu stellenden Dehnungen in einer und derselben Periode. Mit anderen Worten, die unter dem Einflusse verschiedener Gewichte entstandenen Dehnungen werden sämmtlich für ein und dieselbe Abscisse bestimmt. Ich werde die Dauer der Zeit, während welcher die Gewichte wirken, in der Folge mit t bezeichnen, und in jeder Versuchsreihe ihrem

Werthe nach angeben. Dabei wird sich finden, dass diese Werthe überall äusserst gering sind, meist nur kleine Bruchtheile einer Secunde betragen, und demnach zu Dehnungen gehören, welche von den Vorgängen, die W. Weber als Nachwirkung schildert, möglichst wenig abhängen.

Da ich die Dehnung fast unmittelbar nach der Vornahme der Belastung gewinne, so bin ich im Stande, das Gewicht schon nach Ablauf einiger Secunden wieder zu entfernen, und hiermit die unnatürliche Spannung der Gewebe auf das kürzeste Zeitmaass zu beschränken. Dies hat den grossen Nebenvortheil, dass in meinen Versuchen viel seltener jene Reckungen der Gewebe eintreten, welche meinen Vorgängern so viel zu schaffen machten. In mehreren meiner Versuche hat sich die natürliche Form des untersuchten Körpers gar nicht, in den meisten nur wenig verändert, obschon die in Anwendung genommenen Belastungen bis zu verhältnissmässig ansehnlichen Werthen gesteigert wurden.

Bezüglich der Messungen ist zu bemerken, dass ich diese mit Hülfe eines Glasmikrometers ausführe, welcher unmittelbar auf die Zeichnung zu liegen kommt. Die Glasplatte ist mit zwei Liniensystemen versehen, welche sich rechtwinklig kreuzen, und die Distanz der Theilstriche beträgt 0,5 Millim. Bei Benutzung einer Lupe lassen sich Zehntel unterscheiden, und man kann daher Messungen bis auf $^1/_{20}$ Millim. durch Schätzung ausführen. Bei der Grösse der Dehnungen und Dehnungsunterschiede, welche ich zu messen hatte, war dieser Grad von Genauigkeit ausreichend.

Endlich verdient auch die Methode der Belastung einer besonderen Erwähnung. Da meinem Plane nach der Einfluss der Zeit auf den Dehnungsvorgang berücksichtigt werden sollte, so musste das die Expansion bewirkende Gewicht vom ersten Moment an mit seiner ganzen Kraft wirken. Die Belastung musste also plötzlich vorgenommen werden, und es stand zu besorgen, dass hierbei Stosskräfte in's Spiel kommen, und den regelmässigen Gang der Dehnung stören könnten. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes habe ich folgende Vorkehrung getroffen.

Unter dem Häkchen, an welchem das Gewicht angehangen wird, befindet sich ein kleiner Tisch, welcher sich in lothrechter Richtung auf- und abschrauben lässt, und dessen Platte nach dem Muster einer Fallthüre eingerichtet ist. Im Eingange des Versuches wird der Tisch so hoch in die Höhe geschraubt, dass der Henkel des Gewichtes, welches er trägt, die Höhe des Häkchens erreicht. Hierauf verbindet man den Henkel und das Häkchen so, dass beide genau in einander greifen, in der Weise also, dass die Zugkraft des Gewichtes vorläufig = 0 ist, aber sofort in ihrer Totalität und ohne Concurrenz eines Stosses wirkt, wenn die Platte des Tisches ihre Fallbewegung ausführt. Die Auslösung der letzteren wird durch eine Feder vermittelt, sobald der Beobachter auf dieselbe einen Druck ausübt.

Ich werde nun die Resultate meiner Beobachtungen in Tabellen zusammenstellen, und bemerke zum Verständniss derselben Folgendes. Die erste Columne giebt die Nummer des Versuches an, die zweite bezeichnet die Grösse des in Anwendung genommenen Gewichtes, die dritte die Grösse der beobachteten Dehnung, die vierte die Grösse der berechneten Dehnung.

Mit dieser Berechnung hat es folgende Bewandtniss. Man kann das Verhältniss, in welchem die Dehnungen mit Vermehrung der Gewichte wachsen, durch eine Linie anschaulich machen, wenn man auf die Abscissen der Gewichte die Ordinaten der Dehnungen aufträgt. Wäre richtig, was Wundt behauptet, dass die Dehnungen organischer Gewebe den Gewichten proportional ausfielen (in den Fällen wenigstens, wo die Belastung innerhalb engerer Grenzen verbliebe), so würde die hiermit gegebene Linie ein gerade sein. Wenn dagegen die Dehnungen den Gewichten nicht proportional sind, sondern langsamer zunehmen als diese, so muss die Linie, um welche es sich handelt, eine krumme sein, und muss ihre concave Seite der Abscissenaxe zuwenden. Anlangend Wertheim, so glaubt derselbe nicht nur das Krummsein der Linie, sondern auch den gesetzlichen Gang derselben als Hyperbel constatirt zu haben. In diesem Falle müs-

ten die Beobachtungen der Formel $y^2 = ax + bx^2$ genügen, wenn man für y die beobachteten Dehnungen, und für x die benutzten Gewichte substituirte. Diese Rechnung habe ich ausgeführt, und habe die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Dehnungen in der fünften Columne der Tabellen angegeben. Eine genaue Betrachtung der Differenzen wird zeigen, dass Beobachtung und Rechnung recht leidlich zusammen stimmen, nur ist b in den Muskelversuchen negativ, ein Beweis, dass man es hier nicht mit Hyperbeln, sondern mit Ellipsen zu thun habe.

Beobachtungsreihe I. mit einem Seidenfaden.

Der in Anwendung genommene Coconfaden ist zwar ungemein zart, aber doch kein elementarer. Seine Länge beträgt 890 Millim., und bleibt bis zum achten Versuche unverändert. Erst bei Belastung mit 25 Grm. entstand eine Reckung von 1 Mm., welche auch nach Entfernung des Gewichtes als bleibende Verlängerung übrig blieb. Die Berechnung der Coëfficienten in der von Wertheim benutzten Formel führte auf a = 0,18 und b = 0,17 [1]), t = 0,405'' [2])

Tabelle I.

Versuch.	Belastung. Gramm.	Dehnung beobachtet Millim.	Dehnung berechnet Millim.	Differenz.
1	2	1	1,02	− 0,02
2	4	1,85	1,86	− 0,01
3	6	2,75	2,68	+ 0,07
4	8	3,60	3,51	+ 0,09
5	10	4,35	4,33	+ 0,02
6	15	6,5	6,40	+ 0,1
7	20	8,4	8,46	− 0,06
8	25	11,4	10,52	+ 0,88

1) Bemerkt werde, dass bei Berechnung der Coëfficienten die Methode der kleinsten Quadrate nicht benutzt worden ist, daher die in der fünften Columne bemerkten Differenzen noch ein wenig zu gross sind.

2) Dass t die Zeitdauer des Dehnungsvorganges für sämmtliche

Die Dehnungen sind ohne Ausnahme kleiner, als sie nach Proportion der Gewichte sein sollten. Die Dehnungscurve entspricht merklich genug einer Hyperbel. Nur der letzte Versuch fällt stark aus der Reihe, worauf mit Bezug auf die eingetretene Reckung kein Gewicht zu legen. Wird diese, im Werthe von 1 Mm. von der Dehnung abgezogen, so verbleiben für letztere 10,4 Mm., was mit der Rechnung vortrefflich zusammen stimmt.

Beobachtungsreihe II. mit einem Menschenhaare.

Die Versuche wurden mit einem Frauenhaar von 180 Mm. Länge so angestellt, dass die Belastungen anfänglich immer höher gesteigert, dann aber in umgekehrter Reihenfolge vermindert wurden. Die ursprüngliche Länge des Haares veränderte sich hierbei nicht. In der nachstehenden Tabelle sind immer je zwei Versuche mit gleicher Belastung zur Herstellung eines Mittelwerthes benutzt worden. Bei Anhängung eines Gewichtes von 40 Gramm gerieth der Federhalter in Seitenschwankungen, welche sich in den Curven ausdrückten, und die Messungen so unsicher machten, dass ich diesen Versuch verwerfen musste. Die Rechnung ergab $a = 0{,}030$, $b = 0{,}0023$; $t = 0{,}27''$.

Tabelle II.

Versuch.	Belastung.	Dehnung		Differenz.
		beobachtet	berechnet	
	Gramm.	Millim.	Millim.	
1	5	0,40	0,45	− 0,05
2	10	0,75	0,73	+ 0,02
3	20	1,20	1,23	− 0,03
4	30	1,77	1,72	+ 0,05

Die Abnahme der Dehnungen ist wieder constant, und am Schlusse der Versuchsreihe sehr auffallend.

---

zu einer und derselben Reihe gehörigen Versuche bedeute, ist schon bemerkt worden.

Beobachtungsreihe III. mit Menschenhaaren.

Zwei Haare werden mit Hülfe eines sogenannten Leinweberknotens zusammengebunden, um durch Verlängerung des Fadens ausgiebigere Dehnungen zu erzielen. Die Länge der zusammengeknüpften Haare betrug 1,227 Meter, und erhielt sich in allen Beobachtungen unverändert. Auch diesmal wurde jeder Versuch zweimal angestellt, indem die Gewichte erst in aufsteigender, dann in absteigender Reihe benutzt wurden. In nachstehender Tabelle sind wiederum nur die mittleren Werthe aus zwei sich entsprechenden Versuchen angegeben. Ich erhielt a = 0,142, b = 0,11; t = 0,432″.

Tabelle III.

Versuch.	Belastung. Gramm.	Dehnung. beobachtet Millim.	Dehnung. berechnet Millim.	Differenz.
1	2	0,74	0,85	− 0,11
2	4	1,50	1,52	− 0,02
3	8	2,80	2,80	0,00
4	10	3,45	3,50	− 0,05
5	12	4,05	4,19	− 0,14
6	16	5,50	5,50	0,00
7	20	6,68	6,80	− 0,12
8	30	10,60	10,16	+ 0,44

Obschon die relative Abnahme der Dehnungen in dieser Reihe eine sehr geringfügige ist, so dürfte doch die Beständigkeit derselben (denn nur der zweite Versuch zeigt eine kleine Abweichung) von Wichtigkeit sein.

Versuchsreihe IV. mit einer Arterie.

Versuche über die Dehnbarkeit feuchter Gewebe bieten Schwierigkeiten, indem schon geringe Grade der Austrocknung beträchtliche Veränderungen derselben bedingen. Der Elasticitätscoëfficient wächst mit der Verdunstung sehr rasch, und die Dehnungscurve nähert sich, nach Wertheim's Angabe, immer mehr einer geraden. Um diesen Störungen zu

begegnen, habe ich folgendes Verfahren eingeschlagen. Wenn ich den lothrecht aufzuhängenden Körper an seinem oberen Ende anbinde, nehme ich in die Ligatur eine Anzahl nasser Baumwollenfäden mit auf, welche dieselbe Länge wie das Versuchsobject haben, und welche dasselbe, wie ein feuchter Mantel allseitig umgeben. Es scheint mir, dass dieses Verfahren als zweckdienlich und leicht ausführbar vor manchen anderen Empfehlung verdiene. Die Arterie, welche ich untersuchte, war die Kopfschlagader eines Hundes, und hatte eine Länge von 72 Millim. Doch erhob sich dieselbe, nach Anstellung des vierten Versuches, bleibend auf 73 Millim. Die in der Tabelle notirten Dehnungen sind wieder Mittelwerthe aus zwei Beobachtungen. $a = 30$, $b = 1,5$; $t = 0,432''$.

Tabelle IV.

Versuch	Belastung. Gramm.	Dehnung beobachtet Millim.	Dehnung berechnet Millim.	Differenz.
1	4	10,7	12,0	− 1,3
2	6	15,25	15,29	− 0,04
3	10	23,55	21,21	+ 2,34
4	15	29,15	28,06	+ 1,09
5	20	35,52	34,64	+ 0,88
6	25	40,75	41,08	− 0,33

Nur der zweite Versuch fällt aus der Reihe. Die Dehnungen wachsen sehr viel langsamer als die Gewichte.

Beobachtungsreihe V. an einem Nerven.

Benutzt wird der Nervus vagus des Menschen. Die Länge desselben beträgt 136 Millim., steigt aber in Vers. 6 auf 136,3 Mm., und in Vers. 7 auf 136,8 Millim. Ein Versuch mit 40 Gramm Belastung, welcher auffallend aus der Reihe fällt, wird von vorn herein verworfen, und also bei Berechnung der Coëfficienten nicht mit berücksichtigt. Es findet sich $a = 0,121$, $b = 0,0028$. Der Werth von t ist leider nicht notirt worden.

Tabelle V.

Versuch.	Belastung. Gramm.	Dehnung beobachtet Millim.	Dehnung berechnet Millim.	Differenz.
1	5	0,83	0,82	+ 0,01
2	10	1,03	1,20	− 0,17
3	15	1,65	1,53	+ 0,12
4	20	2,22	1,83	+ 0,39
5	30	2,5	2,4	+ 0,1
6	50	3,0	3,4	− 0,4
7	60	3,5	3,9	− 0,4

Die unverhältnissmässig langsame Zunahme der Dehnungen ist sehr auffallend, dagegen ist die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung in diesem Falle keine befriedigende.

Beobachtungsreihe VI. an einem Muskel.

Benutzt wird der Zungenmuskel des Frosches. Seine Länge beträgt 32,8 Millim., und bleibt in allen Versuchen constant dieselbe. a = 3,7; b = − 0,015; t = 0,162″.

Tabelle VI.

Versuch.	Belastung. Gramm.	Dehnung beobachtet Millim.	Dehnung berechnet Millim.	Differenz.
1	2	2,65	2,71	− 0,06
2	4	3,90	3,81	+ 0,09
3	6	4,75	4,65	+ 0,1
4	8	5,40	5,35	+ 0,05
5	10	5,70	5,95	− 0,25

Beobachtungsreihe VII. an einem Muskel.

Benutzt wird der Zungenmuskel eines Frosches von 35 Millim. Länge, welche während der Dauer sämmtlicher Ver-

suche nur einen Zuwachs von 0,5 Millim. erfährt. a = 7,05, b = – 0,074; t = 0,27″.

Tabelle VII.

Versuch.	Belastung. Gramm.	Dehnung beobachtet Millim.	Dehnung berechnet Millim.	Differenz.
1	1	2,5	2,64	– 0,14
2	2	3,9	3,71	+ 0,10
3	4	5,6	5,19	+ 0,41
4	6	6,4	6,29	+ 0,11
5	8	7,3	7,18	+ 0,12
6	10	8,0	7,94	+ 0,06
7	12	8,5	8,60	– 0,10
8	16	9,5	9,68	– 0,18
9	20	10,5	10,60	– 0,10
10	25	11,4	11,40	0,00

Beobachtungsreihe VIII. an einem Muskel.

Der in Anwendung genommene Zungenmuskel des Frosches hatte anfänglich eine Länge von 34 Millim., verlängerte sich aber schon im ersten Versuche bleibend um 0,4 Millim. und allmälig um 1,19 Millim. Die Experimente wurden also unter dem Einflusse von Störungen veranstaltet, welche die Dehnungswerthe vergrösserten. Demohngeachtet nimmt das Verhältniss der Dehnung zur Spannung in auffallender Weise ab, worin ich nur einen neuen Beweis zu finden vermag, dass diese Abnahme eine nach den Molecularverhältnissen der organischen Körper unvermeidliche sei.

Mit Rücksicht auf die Erfahrungen von Brix an Eisendrähten, nahm ich an, dass jede Dehnung aus zwei Gliedern bestehe, deren eines von den elastischen Kräften abhängig, das andere, nämlich die bleibende Verlängerung, von ihm unabhängig sei. Ich sonderte also beide Glieder dadurch, dass ich von der beobachteten Dehnung den Werth der bleibenden Verlängerung abzog, und verlangte nun, dass der

Rest, als reine elastische Dehnung, wieder dasjenige Verhältniss zur Spannung erkennen lasse, welches den bisher angestellten Versuchen zufolge in der Formel $y^2 = ax + bx^2$ seinen Ausdruck findet. Die Rechnung ergab a = 10,19, b = − 0,14; t = 0,27″. In nachstehender Tabelle ist die beobachtete Dehnung mit D′, die durch Subtraction der bleibenden Verlängerung erhaltene elastische Dehnung mit D″, die berechnete Dehnung mit D‴ bezeichnet.

Tabelle VIII.

Versuch.	Belastung. Gramm.	Länge des unbelast. Muskels. Millim.	Dehnung D′ Millim.	D″ Millim.	D‴ Millim.	D″—D‴
1	2	34	4,5	4,1	4,4	− 0,3
2	4	34,4	6,5	6,2	6,2	0,0
3	6	34,7	7,8	7,8	7,5	+ 0,3
4	8	34,7	8,8	8,6	8,4	+ 0,2
5	10	34,9	9,5	9,25	9,37	− 0,12
6	12	35,15	10,0	10,0	10,1	− 0,1
7	16	35,15	11,2	11,2	11,0	+ 0,2
8	20	35,15	12,0	11,96	12,1	− 0,14
9		35,19				

Die merkliche Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten elastischen Dehnungen unterstützt die Voraussetzung, von der wir ausgingen, in hohem Maasse, und macht wahrscheinlich, dass die bleibenden Verlängerungen, welche gedehnte organische Gewebe erleiden, auf Vorgängen beruhen, welche innerhalb gewisser Grenzen das Spiel der elastischen Kräfte nicht stören.

Eine nachträgliche Erwähnung verdient noch der Umstand, dass die Muskeln, an welchen ich die drei letzten Versuche anstellte, aus eben getödteten Thieren entnommen und irritabel waren.

Die Zahl der Versuche, welche ich hiermit vorgelegt habe, ist keine grosse, aber die Beobachtungen zeigen unter einander eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung, und zeichnen

sich vor den bisher angestellten dadurch vortheilhaft aus, dass sie die verschiedenen Factoren der Dehnung, nämlich die Grösse und die Dauer der Belastung auseinander halten, und durch Ausgleichung des Zeiteinflusses die Wirkung der Gewichte anschaulich machen.

Unter diesen Umständen dürfte es entscheidend sein, dass meine Versuche das von Wertheim und Weber erhaltene Resultat bestätigen, und zeigen, dass die Dehnungen organischer Gewebe den Spannungen nicht proportional ausfallen. Vielmehr wird das Verhältniss der Dehnung zur Spannung mit dem Anwachsen der letzteren immer kleiner. Auch kann, den mitgetheilten Erfahrungen zu Folge, nicht behauptet werden, dass die Unbeständigkeit des Verhältnisses auf Ueberlastung der Gewebe, und folglich auf einem Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze beruhe, da fast alle meine Beobachtungsreihen, wenn nicht ganz, doch zum grösseren Theile sich innerhalb dieser Grenzen halten, und, auch wo sie dies thun, den Mangel der Proportionalität zwischen Dehnung und Spannung bestimmt nachweisen.

Anlangend die Beobachtungen von Wertheim und mir, so dürfte die Zuverlässigkeit derselben noch dadurch hervorgehoben werden, dass die beobachteten und berechneten Dehnungen sich merklich nahe liegen. Denn wenn auch die Formel $y^2 = ax + bx^2$ nur eine empirische ist, so beweist doch die Anwendbarkeit derselben auf die gefundenen Dehnungen jedenfalls soviel, dass unter constanten Bedingungen gearbeitet wurde, und dass die hin und herschwankenden Beobachtungsfehler und die zufälligen Störungen nicht bedeutend genug waren, um den Gang der Erscheinungen wesentlich zu ändern, und die aus ihnen abgeleiteten Schlüsse zu verdächtigen.

Das Gesetz, nach welchem in organischen Geweben das Verhältniss der Dehnung zur Spannung mit zunehmender Belastung abnimmt, erhält durch das Verhalten der überlasteten Gewebe eine neue Stütze. Wenn man Körper, welche im engeren Sinne elastische genannt werden, in dem Grade belastet, dass bleibende Verlängerungen eintreten,

und hierin besteht eben die Ueberlastung, so fallen die Dehnungen grösser aus, als nach Proportion der Gewichtszulagen erwartet werden dürfte, in organischen Geweben dagegen fallen sie, unter denselben Umständen, kleiner aus, als sie sollten. Dieser auffallende Gegensatz im Verhalten beider beweist, dass die Reaction der organischen Moleküle gegen die Zugkraft ganz eigenthümlicher Art sei. Freilich ist die Dehnung, welche man bei Ueberlastung der Gewebe erhält, eine gefälschte, da aber die Grösse und Richtung des begangenen Fehlers offen vorliegen, so ist er unschädlich. Man weiss, dass überlastete Gewebe eine Reckung erfahren, und kann diese messen. Findet sich also, dass die Dehnungen, incl. dieser Reckungen, kleiner ausfallen, als sie nach Maassgabe der vermehrten Belastung erwartet werden mussten, so ist der Schluss: das Verhältniss der Dehnung zur Belastung habe mit Zunahme der letzteren abgenommen, um so weniger angreifbar.

Was nun die Angabe Wundt's anlangt, dass auch bei den organischen Geweben zwischen Dehnung und Spannung Proportionalität stattfinde, so stützt sich dieselbe vorzugsweise auf Versuche, welche mit Muskeln lebender Frösche angestellt wurden. In wie weit sie auf diese passe, muss ich dahin gestellt sein lassen, da ich hierüber keine Erfahrungen besitze. Dass aber die Proportionalität zwischen Dehnung und Spannung auch unter den gewöhnlichen Umständen stattfinde und, wie Wundt angiebt, selbst bei der primären Dehnung sich merklich mache, kann ich nicht angeben.

Was die primäre Dehnung insbesondere betrifft, so war die von Wundt benutzte Experimentalmethode zur Untersuchung derselben ungeeignet. Die beispielsweise angeführten Fälle sind solche, wo die vom Gewichte abhängige Verlängerung sehr bald nach der Belastung, d. h. sobald es die Umstände erlaubten, gemessen wurde, aber die Umstände erlaubten eben keine rechtzeitige Messung. Wundt mass die Dehnung an dem sich dehnenden Körper selbst, benutzte zum Ablesen der Maasszahlen ein stark vergrösserndes Mi-

kroskop, und musste also die Messung nothgedrungen bis zu dem Momente verschieben, wo sie mit Bezug auf die störende Bewegung der secundären Dehnung überhaupt ausführbar war. Da nun das Mikroskop Grössen, und folglich auch Bewegungen, von $^1/_{800}$ Millim. zu erkennen gestattete, so ist die Messung sicherlich nie früher als $^1/_2$ Minute nach der Belastung möglich gewesen, und muthmasslich viel später, während in meinen Versuchen die primäre Dehnung überall früher als $^1/_{10}$'' nach der Belastung eintrat. Wundt hat damit, dass er die Dehnung möglichst bald nach der Belastung mass, nicht nur keinen Vortheil erreicht, sondern der Genauigkeit der Versuche sogar geschadet, denn er operirte nun in einer Periode, wo sich der Einfluss der Zeit auf die Dehnung am meisten geltend macht. Unter diesen Umständen würden die von Wundt ausgeführten Messungen selbst dann nichts beweisen, wenn sie dem von ihm aufgestellten Gesetze entsprächen, was übrigens nicht der Fall ist. In dem ersten der vier mitgetheilten Versuche (S. 30), welcher an einer Sehne angestellt ist, producirt eine Belastung von 1 Gramm eine Verlängerung von 0,020 Millim., eine Belastung von 10 Gramm dagegen eine Verlängerung von 0,260 Millim. Demnach ist die Verlängerung im letzten Falle fast um $^1/_3$ grösser, als sie sein sollte. Im vierten Versuche, bei welchem ein Muskel untersucht wurde, ist die Verlängerung, welche 1 Gramm hervorbringt = 0,060 Millim., dagegen die Verlängerung, welche 10 Gramm hervorbringen, = 0,480 Millim., also $^1/_5$ zu klein.

Wundt meint, man sehe hieraus, dass innerhalb der Grenzen der hier angewendeten Belastungen die Verlängerungen den dehnenden Gewichten nahezu proportional seien, eine Meinung, der wohl Wenige beistimmen werden. Die Versuche sind unbrauchbar, weil sie sich widersprechen, und sie widersprechen sich, weil beim Bemessen der Dehnung nur der Factor des Gewichtes, nicht der Factor der Zeit in Anschlag gebracht wurde.

Wundt hat also Versuche über primäre Dehnung gar nicht angestellt, und eben so wenig Versuche über die defi-

nitive, indem es, wie er selbst angiebt, bei Untersuchung thierischer Gewebe nicht möglich ist, die endliche Dehnung abzuwarten.[1]) Hieraus ergiebt sich, dass alle seine Versuche, ebenso wie die seiner Vorgänger, dem Einflusse der Nachdehnung ausgesetzt waren, und da in allen diesen Versuchen der Einfluss der Zeit auf die Dehnung nicht bestimmt worden, also für die Vergleichbarkeit der verschiedenen Fälle, aus welchen das Verhältniss zwischen Spannung und Dehnung abgeleitet werden sollte, nicht gesorgt war, so sind Widersprüche in den Resultaten derselben an sich nicht auffallend. Unverständlich wäre nun, wenn diese Widersprüche sich überall in demselben Sinne geltend machten, so also, dass nach Versuchen von Wertheim und Weber das fragliche Verhältniss constant durch eine Curve, nach den Erfahrungen Wundt's dagegen constant durch eine gerade Linie repräsentirt würde.

Eine nähere Prüfung der Arbeit Wundt's dürfte indess zu der Ueberzeugung führen, dass eine Schwierigkeit der Art nicht vorliege. Wundt selbst beobachtete Fälle, in welchen die Dehnung überaus viel langsamer zunahm, als die Belastung, da aber die Gewebe, an denen er operirte, eine bleibende Verlängerung erlitten, so glaubte er von denselben absehen zu müssen (S. 31). Er benutzt daher bei seinen Versuchen auch nur sehr kleine Gewichte, meistens solche, welche innerhalb der Grenzen von 1 und 10 Gramm liegen, eine Beschränkung, die um so bedenklicher sein dürfte, als die zur Untersuchung dienenden Gewebe ausser diesen Gewichten noch eine Waagschale und eine Scala von 7 Grm. Schwere zu tragen hatten. Soll entschieden werden, ob Wertheim Recht hatte, die Progression der Dehnungen durch eine Hyperbel zu repräsentiren, so ist unzulässig einen kleinen Theil der Linie zu prüfen, und noch unzulässiger,

---

1) Von Interesse erscheint mir eine Erfahrung Knoblauch's. Derselbe wollte die definitive Dehnung eines Seidenfadens ermitteln, brach aber die Versuche, nachdem sie mehrere Monate fortgesetzt worden waren, ab, da die Verlängerung unablässig abnahm.

sich auf Prüfung desjenigen Theiles derselben zu beschränken, welcher sich dem asymptotisch verlaufenden Ende nähert. Beide Umstände verstecken nämlich den Gang der Curve, und begünstigen den Schein der Geradlinigkeit.

Wundt giebt ausdrücklich zu, dass das von ihm vertheidigte Gesetz der Proportionalität nur innerhalb enger Grenzen der Belastung gelte (S. 31), übersieht aber, dass ein Gesetz von so ausserordentlicher Beschränkung wie dass seinige von vorn herein einigen Verdacht erregt, und nur durch den exactesten Nachweis seiner Uebereinstimmung mit den Thatsachen erwiesen werden könnte. Ein derartiger Nachweis ist nicht gegeben. Die als Dehnungswerthe angeführten Zahlen schwanken nach den entgegengesetzten Seiten sehr bedeutend. Ich habe bereits oben auf zwei derartige Fälle aufmerksam gemacht, wo es sich um die Frage handelte, ob auch bei momentaner Dehnung das Gesetz der Proportionalität sich geltend mache. Die beiden angeführten Fälle sind aber nicht die einzigen, welche vorliegen. Man vergleiche in diesem Bezuge die beiden längsten Versuchsreihen des angeführten Werkes S. 25 u. 26.

Ein menschliches Haar von 1285 Millim. Länge verlängert sich bei Belastung mit 1 Gramm binnen 1 Minute um 0,58 Millim. Es sollte sich also bei Belastung mit 6 Gramm in derselben Zeit um $0,58 \cdot 6 = 3,48$ Millim. verlängern. Es verlängert sich aber nur um 2,74 Millim., also um 0,74 oder $^1/_5$ weniger, als es mit Rücksicht auf Proportionalität sollte.

In dem zweiten Hauptversuche verlängert sich eine Vene durch Belastung mit 10 Gramm definitiv um 3,62 Millim. Nun sollte sich dieselbe durch Belastung mit 20 Gramm definitiv um $3,62 \cdot 2 = 7,24$ Millim. verlängern, statt dessen gewinnt sie eine Maximalverlängerung von 10,22 Millim., also beinahe um die Hälfte mehr, als sie der Proportionalität gemäss sollte. Wundt hat bei Berechnung der Tabelle (S. 29) ganz andere, und zu seiner Ansicht passendere Zahlen gefunden, die mir unverständlich geblieben sind.

Der Satz: dass innerhalb engerer Grenzen der Belastung die Dehnung organischer Gewebe der Spannung entspreche,

ist also durch Wundt's Beobachtungen nicht erwiesen, vielmehr ergiebt sich aus allen meinen Versuchen, auch wo sie sich innerhalb jener engen Grenzen verhalten, dass die Dehnung mit Zunahme der Spannung abnehme. Die Behauptung aber, dass nur Versuche innerhalb jener engen Grenzen zulässig, und namentlich alle Fälle, wo eine bleibende Verlängerung der Gewebe eintritt, unbrauchbar seien, muss schon insofern Bedenken erregen, als nach Wundt's eigener Angabe Elasticitätsgrenzen im strengeren Wortsinne gar nicht existiren. Auch bei den kleinsten Belastungen soll man bleibende Verlängerungen beobachten, wenn nur die Messinstrumente fein genug sind, sie wahrzunehmen (S. 39). Ist dies richtig, so hat man nur die Wahl, ob man die elastischen Kräfte den organischen Geweben ganz absprechen, oder die Vereinbarkeit gewisser bleibender Verlängerungen mit dem Begriffe der Elasticität einräumen wolle. Die Wahl scheint nicht schwierig. Brix hat durch Dehnungsversuche an Eisendrähten erwiesen, dass bleibende Verlängerungen vorkommen, welche das gesetzliche Wirken der elastischen Kräfte nicht aufheben. Die Dehnung ist in solchen Fällen zu betrachten, als ob sie aus zwei Theilen bestände, von denen der eine, ebenso wie in den Grenzen der vollkommenen Elasticität, der spannenden Kraft proportional ist, während der andere Theil, welcher sich als eine bleibende Reckung darstellt, in einem viel grösseren Verhältnisse zunimmt. Die beobachtete Eigenschaft des Eisendrahtes, innerhalb gewisser Grenzen bleibende Reckungen ohne Störung der Cohäsion anzunehmen, nennt Brix die Verschiebbarkeit und bemerkt, dass sie neben der vollkommenen Elasticität bestehe, ohne dieselbe zu stören, oder ihr eine Grenze zu setzen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Verhältnisse sich in den organischen Geweben wiederfinden, besonders da mein achter Versuch ausdrücklich auf sie hinweist.

Ueber Muskelzuckungen ohne Betheiligung der Nerven.

Von

Dr. W. Kühne.

Das allgemeine Interesse, welches man augenblicklich der Irritabilitätsfrage schenkt, sowie der Umstand, dass noch neuerdings entschiedene Zweifel gegen die Existenz einer selbständigen Reizbarkeit der Muskelfaser aufgetaucht sind, mögen der vorstehenden Mittheilung zur Rechtfertigung dienen, da dieselbe geeignet sein dürfte, den Beweis zu liefern, dass eine grosse Zahl von ganz verschiedenen Einflüssen ausschliesslich und unmittelbar die contractile Substanz zur Zuckung bestimmt, während dieselben jeder erregenden Einwirkung auf die darin eingebetteten Nerven entbehren. Ich habe in einem vor Kurzem publicirten Aufsatze über die chemische Reizung der Muskeln und Nerven gezeigt, dass der Muskel selbst bei directer Reizung sehr energisch gegen die meisten chemischen Agentien reagirt, dass dagegen die Nervenstämme sich in dieser Beziehung als weit weniger oder gar nicht erregbar gegen dieselben Körper erweisen, und ich habe aus diesen Thatsachen den gewiss nicht unbilligen Schluss gezogen, dass es naturgemässer sei, schon hieraus allein die eigenthümliche Irritabilität der Muskeln, als eine nicht zu umgehende Voraussetzung abzuleiten, da ja offenbar die ganze Irritabilitätsfrage nur deshalb aufgeworfen werden konnte, weil man eine vollständige Uebereinstimmung der Muskeln und Nerven gegenüber sämmtlichen erregenden Einflüssen vermuthete. So wenig es heute noch Jemandem einfallen sollte, dem Muskel die Fähigkeit abzuleug-

nen, wenigstens für einen Reiz, nämlich für den seinen erregten Nerven empfänglich, also irritabel zu sein, eben so sehr ist es aber auch zum Bedürfniss geworden, ein Mittel zu besitzen, das uns in den Stand setzt, bei jeder directen Muskelreizung zu entscheiden, ob der intramusculare Nerv die ursprüngliche Veranlassung der erfolgten Zuckung gewesen sei, oder ob der Muskel selbständig die Reizung durch die eigenthümliche Art seiner Reaction beantwortet habe. Um in dieser Beziehung einen Schritt weiter zu gehen, wurden alle jene directen Muskelreize, welche auf den Nervenstamm ohne Wirkung sind, auch bei solchen Muskeln angewendet, deren Nerven dem eigenthümlichen Einflusse des Curara ausgesetzt waren, und es hatte sich bei diesen Versuchen herausgestellt, dass die mit dem Pfeilgifte vergifteten Muskeln hinsichtlich ihrer Reizbarkeit keinerlei Verschiedenheiten im Vergleich zu gesunden Muskeln darbieten. Da vor der Hand indessen nicht abzusehen ist, wie es gelingen könne, den Nachweis zu führen, dass das Curara wirklich auch die alleräussersten Endigungen der motorischen Nerven im Inneren der Primitivbündel ihrer physiologischen Eigenschaften beraubt, da vielmehr einer der wichtigsten Versuche, welcher den Beginn der Vergiftung als in den äussersten peripherischen Ausbreitungen des Nerven gelegen, darzuthun beabsichtigt, durch die neuen Untersuchungen von Funke (Siehe die Verhandlungen d. k. sächs. Gesellsch. 1859.) viel von seiner Beweiskraft eingebüsst hat, so schien es mir um so mehr geboten, mich nach einer anderen Methode umzusehen, welche es mit grösserer Sicherheit erlaubt, die letzten Spitzen der Nerven wirklich in einen Zustand zu versetzen, in welchem sie als unerregbar angesehen werden können. Valentin und Eckhard haben uns nun in dem constanten Strom ein Mittel kennen gelehrt, das diesen Anforderungen genügt, und die neuesten Untersuchungen von Pflüger (S. d. Physiologie des Elektrotonus von E. Pflüger) über diesen Gegenstand haben jener Methode eine solche Sicherheit gegeben, dass ich nicht anstehe, die auf diesem Wege von mir erhaltenen Resultate der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Jeder constante Strom, welcher irgend eine Strecke des motorischen Nerven durchfliesst, setzt die Erregbarkeit desselben in allen zur Seite der positiven Elektrode gelegenen Punkten herab, man findet also in dem Falle, wo der Strom aufsteigend ist, die unterhalb gelegene Strecke des Nerven in ihrer ganzen Ausbreitung, folglich auch bis an ihre letzten intramuscularen Spitzen hin minder erregbar als vorher. In wie weit sich diese Abnahme der Erregbarkeit auf die im Muskel gelegenen Theile des Nerven erstreckt, ist durch Eckhard's Untersuchungen bekannt. Ein Muskel bedarf bei directer Reizung einer stärkeren elektrischen Erregung um in Zuckung zu gerathen, wenn sein Nerv der Wirkung des aufsteigenden constanten Stromes unterliegt, als vorher, wo derselbe sich in seinem natürlichen Zustande befand. In dieser Form kann der Versuch nun leider schon wegen des bezeichneten Erfolges keinen Aufschluss darüber geben; ob bei der vorgenommenen directen Reizung, entweder der Muskel allein, oder nur sein Nerv, oder beide zusammen durch dasselbe Mittel erregt worden seien. Es muss daher dem Versuche eine andere Form gegeben werden, und zwar der Art, dass directe Reizung mittelst eines Erregers ausgeübt wird, welcher den Nerven womöglich gar nicht trifft. Die grosse Variation, welche man der chemischen Reizung ertheilen kann dadurch, dass man unter der ungeheuren Zahl chemischer Agentien passend auswählt, bezeichnet diese Methode als die günstigste, welche schliesslich zum gewünschten Ziele führen musste. Es lässt sich aus einer Andeutung Eckhard's bereits entnehmen, welcher Erfolg davon zu erwarten sei; einer Andeutung, die aber bisher mehr als Warnung in der Geschichte der Irritabilitätsfrage figurirte, da die chemische Erregung schon in ihrer Entstehung der unnatürlichen Annahme der Nichtexistenz der Muskelirritabilität gefährlich zu werden drohte. Wir verschieben jedoch die Zurückweisung jener Warnung auf den Schluss dieser Mittheilung, um hier sogleich zur Darstellung unserer Versuche überzugehen.

Es ist mir kein Muskel bekannt, welcher für alle directen

Reizversuche günstiger wäre, als der in meiner Mittheilung über chemische Reizung aufgeführte Musculus sartorius (Cuv.) des Frosches. Die Art und Weise seiner Präparation und seiner Verwendung ist dort bereits beschrieben, es bleibt mir hier nur übrig, seine Benutzung für den vorliegenden Zweck genauer zu erörtern. Unsere Aufgabe besteht darin, denselben erstens durch Anlegung irgend eines Querschnittes für einen chemischen Reiz zugänglich zu machen, und zweitens darin, seinen Nerven dem Einflusse des constanten Stromes auszusetzen. Der Nerv ist nun unglücklicher Weise so dünn, dass es ganz besonderer Vorsichtsmässregeln bedarf, um diesen Versuch auszuführen, und die erste Bedingung welche wir dazu erfüllen müssen, ist die, den Muskel ganz unversehrt mit einem hinlänglich grossen Stück seines Nerven zu isoliren. Auf folgende Weise wird dieses erreicht. Nachdem die Schenkel des Frosches enthäutet sind, schneide man den Fuss im Gelenke ab, entferne sodann von dem Unterschenkel alle Muskeln und Weichtheile bis auf den sehnigen Ansatz des Sartorius. Hierauf durchsteche man mit einer spitzen Scheere das Kniegelenk, lasse die Sehne des Sartorius auf der stumpfen Seite des Scheerenblattes ruhen, und durchschneide nun das ganze Gelenk, wodurch man eine knöcherne Handhabe des gewünschten Muskels gewinnt, mittelst welcher man denselben, ohne ihn zu berühren, in jede beliebige Lage bringen kann. Ist dies geschehen, so führe man ein Blatt einer anderen vorn abgestumpften Scheere längs seiner äusseren Kante so unter den Muskel hin, dass man ihn durch einen einzigen Schnitt auf dieser Seite von seinem unteren Ansatze bis zu seinem oberen Ursprunge am Os ilium von seiner ganzen Unterlage abtrennt. Bis soweit hat die Präparation keine Schwierigkeiten, grössere Vorsicht muss dagegen angewendet werden, wo es sich um die Isolation des kleinen zarten Nerven handelt, welcher am inneren Rande in Begleitung einer Arterie und einer Vene in die untere Hälfte des Muskels eintritt. Man schneide daher den letzteren durch einen senkrecht auf die Richtung seiner Fasern geführten Schnitt hart am Os ilium ab, was leicht in

der Art bewerkstelligt werden kann, dass nur die hier befindliche äusserst kurze Sehne durchschnitten wird, ohne dass ein einziges Primitivbündel dabei verletzt zu werden braucht. Indem man das Präparat nun umkehrt, kann man jetzt auch den inneren Rand des Muskels von allen Anheftungen befreien, mit alleiniger Schonung der Eintrittsstelle des Nerven; hierauf lege man das obere Muskelende durch Umbiegen an das untere Ende an, und fasse das ganze Präparat bei dem Unterschenkelknochen, um so die Präparation des Nerven zu beginnen. Der Nerv des Sartorius trennt sich erst vom Stamme des Ischiadicus, wo dieser die Beckenhöhle verlässt, und bis hierher muss man ihn mindestens präpariren, um eine genügend lange Strecke für die Anstellung des Versuches zu besitzen. Zu seiner Isolirung genügt es, die Muskelgruppe der Adductoren vorsichtig auseinander zu zerren, wodurch man über seinen Verlauf vollständig orientirt sein wird, die bezeichneten Muskeln rund um den Nerven herum abzuschneiden, und hierauf denselben mit einigem Geschick aus seiner Umgebung von unten nach oben fortschreitend allmälig auszuschälen. Ist man bis zum Stamme des Ischiadicus vorgedrungen, so schneide man diesen in einem etwas höher gelegenen Punkte ab, fasse dann ein anderes unterhalb der Austrittsstelle unseres Nerven befindliches Stück mit der Pincette, und ziehe, nachdem auch dieses abgeschnitten, den Nerven damit aus seiner Umgebung heraus. Damit ist die Operation beendet. Das Gelingen der mühsamen Arbeit wird schliesslich dadurch bewiesen, dass jede Reizung am äussersten Ende des Ischiadicus Zuckungen im Sartorius veranlasst. Der Nerv, um welchen es sich handelt, zählt kaum 30—40 Primitivfasern, er ist dem Zerreissen oder Vertrocknen sehr leicht ausgesetzt. Um letzteren beiden Uebelständen vorzubeugen, lasse man ihn während der Operation niemals an irgend einer Stelle schweben, sondern stets auf der mit Blut möglichst feucht erhaltenen Muskelunterlage ruhen. Zum Glück ist die ihn begleitende Arterie mit Pigment umgeben, was die Arbeit ungemein erleichtert. Ist letzteres nicht der Fall, so entzieht

sich der Verlauf des Nerven dem Auge so leicht, dass man kaum anders als im directen Sonnenlicht die Präparation wird vollenden können. Obgleich man anfänglich manchen Frosch umsonst schlachten muss, gelingt es aber später nach einiger Uebung doch, ein solches Präparat in weniger als 2 Minuten anzufertigen.

Der Apparat dessen ich mich bediente, um den Nerven dem aufsteigenden constanten Strome und den Muskel einem chemischen Erreger zugänglich zu machen, ist sehr einfach: Er besteht im Wesentlichen aus zwei Theilen: Einem Stativ, an welchem der Unterschenkelknochen mittelst einer Klemme befestigt werden kann, und aus einer stromzuführenden Vorrichtung, welche mittelst eines anderen Stativ's gehalten, nach Einschaltung eines Kugelgelenkes in jede beliebige Lage zu dem senkrecht herabhängenden Muskel gebracht werden kann. Als Elektroden verwende ich zwei Zinkdrähte, welche quer durch das untere Ende einer Rinne von Guttapercha gestossen sind, und welche etwa 5 Millim. constant von einander entfernt bleiben. Beide Dräthe befinden sich dicht an der äussersten etwas zugespitzten Oeffnung der Rinne, welche für den Versuch bis nahe an die Mitte des inneren scharfen Randes des Muskels gerückt wird. Ist Alles in Bereitschaft, so wird der Nerv des Sartorius, welcher bisher zur Schonung dicht an seinem Muskel anlag, in die Rinne gezogen, und mittelst einer feinen Pinselspitze über die auf dem Boden derselben befindlichen Zinkelektroden gebrückt. Der obere Schlitz der Rinne wird sodann, um den Nerven während der Dauer des Versuchs vor Vertrocknung zu schützen, mit einem Streifen in Froschblut getränkten Fliesspapiers gedeckt. Nerv und Muskel sind nun hergerichtet und zwar so, dass sich ersterer in einer zum Muskel senkrecht gerichteten Lage befindet. Damit er aber auf den Elektroden unverrückbar liegen bleibe, muss der Muskel um etwa 2 Millim. von der Mündung der Rinne entfernt, und so tief gestellt werden, dass das frei schwebende Nervenstück bei der Zuckung ein wenig mitgehoben werden kann, ohne dem zwischen den Elektroden befindlichen Theile auch nur die ge-

ringste Bewegung mittheilen zu können. Die Kette, deren constanter Strom den Nerven in aufsteigender Richtung durchfliesst, besteht aus vier Grove'schen Elementen der kleinen von du Bois-Reymond angegebenen Art. Zur Bequemlichkeit ist zwischen den Leitungsdräthen eine Pohl'sche Wippe und ein Quecksilbernapf eingeschaltet, erstere um dem Strom für Gegenversuche eine andere Richtung zu geben, letzterer, um Schliessung und Oeffnung nach Belieben zu vollziehen.

Wir überzeugen uns nun zunächst von der Wirkung des aufsteigenden Stromes auf die Erregbarkeit der intramuscularen Nervenendigungen, wozu wir uns vorläufig der directen elektrischen Muskelreizung bedienen. Der Muskel hängt verkehrt mit seinem oberen Ende nach unten gerichtet herab, und wir legen ihm daher jetzt an einem beliebigen Punkte seines mittleren unterhalb der Eintrittsstelle des Nerven gelegenen Drittheils die beiden auf 2 Millim. einander genäherten Drahtelektroden der secundären Spirale des du Bois-Reymond'schen Schlitten-Magnetelektromotors an. Sowie nun dem constanten Strome der Weg zum Nerven geöffnet wird, zeigt sich sogleich, dass die secundäre Spirale des Inductionsapparates der primären bedeutend weiter genähert werden muss, als vorher, um Tetanus zu bewirken. Denselben Erfolg bemerkt man auch sofort, wenn der Inductionsapparat mit einem einfachen Grove'schen Element vertauscht wird, das wir nach Einschaltung eines zur Nebenschliessung angeordneten Rheochords als directen Muskelerreger verwendeten.[1]) Nach Schluss der Kette für den Nerven erzeugt Schliessung und Oeffnung des für den Muskel bestimmten Stromes, dem wir ebenfalls die aufsteigende Richtung geben, keine Zuckung mehr bei derjenigen Stellung des Rheochordschiebers, bei welcher zuvor gerade noch Contractionen auftraten. Die Länge des eingeschalteten Neusilberdrahtes muss

1) Eine Beschreibung der Einrichtung und des Gebrauchs des hier verwendeten Rheochords siehe bei Pflüger, Physiologie des Elektrotonus, S. 121.

bedeutend vermehrt werden, um jetzt den Muskel zum Zucken zu bringen. Um jeden Einwand im Voraus zu beseitigen, der gegen die nachfolgenden Versuche gemacht werden könnte, sei ferner erwähnt, dass erstens beim Hereinbrechen des Stromes in den Nerven fast niemals Schliessungszuckung, sondern durchgängig nur Oeffnungszuckung beobachtet wurde, dass zweitens während der Dauer des Stromes der Muskel vollständig in Ruhe bleibt, und dass drittens weder die Anlegung eines metallischen Bogens an irgend welcher beliebigen Stelle des Muskels, noch die Berührung mit einer nicht erregenden Flüssigkeit jemals die geringsten Zuckungen veranlasste, wodurch die Vermuthung irgend welcher durch die Methode selbst herbeigeführter wesentlicher Veränderungen im Kreise der Ströme als unberechtigt zurückgewiesen werden kann.

Wir sind also nach diesen Vorbereitungen in der Lage, den Muskel einem chemischen Reize auszusetzen, während sein Nerv gleichzeitig durch den aufsteigenden constanten Strom gelähmt wird. Durch Eintauchen des einen Leitungsdrahtes der Grove'schen Kette in das Quecksilbernäpfchen wird der Kreis geschlossen. Der Muskel bleibt in Ruhe; keine Schliessungszuckung. Mit einer scharfen Scheere wird hierauf so rasch als möglich ein Querschnitt an dem alleruntersten Ende des Muskels angelegt, wodurch im günstigsten Falle eine rasche und kräftige Zuckung entsteht, nach deren Beendigung der Muskel abermals in den erschlafften Zustand zurücksinkt. Jetzt nähern wir der durch den Querschnitt entblössten contractilen Masse ein Gefäss mit mässig verdünnter Salz- oder Salpetersäure, und sowie die Berührung mit dem Spiegel der Säure erfolgt ist, verläuft momentan mit nicht zu schätzender Geschwindigkeit eine einmalige kräftige Zuckung über die ganze Länge des Muskels, worauf derselbe von neuem zur Ruhe zurückkehrt. Die Kette wird geöffnet, und durch die jetzt erfolgende Oeffnungszuckung ist der Versuch beendet. Ohne Ausnahme gelingt derselbe in dieser Weise, wenn Nerv und Muskel bei Präparation gar nicht gelitten. Vorher und nachher kann man sich durch

die elektrische Reizung überzeugen so oft als man will, dass dennoch die Erregbarkeit des Organs durch den Elektrotonus des Nerven beträchtlich gesunken ist.

Begreiflicher Weise ist es nun von vorwiegendem Interesse, zunächst diejenigen Körper zu studiren, welche vorzugsweise den Muskel erregen, ohne von dem Nervenstamme aus dieselben Erscheinungen auszulösen, da bei diesen eben die Vermuthung nahe liegt, dass sie geeignet seien, die Frage zu entscheiden, ob sie etwa auf die intramuscularen Nervenenden statt auf den Muskel direct wirkten, ob also der Nerv bei seinem Eintritt in die Primitivbündel seinen chemischen Bau vollkommen ändert. Wir wenden uns deshalb zunächst wieder zu den Mineralsäuren. Salzsäure und Salpetersäure wirken nur in sehr concentrirtem Zustande auf die Nervenstämme, während sie selbst noch bei tausendfacher Verdünnung den Muskel erregen. Ich habe nun vor Allem die Salzsäure auch bei solchen Muskeln verwendet, deren Nerven durch den constanten Strom gelähmt waren, und dabei gefunden, dass in der That durch den letzteren Umstand nicht der geringste Unterschied in der Erregbarkeit des Muskels bewirkt wird. Salzsäure von 4 pCt., sowie dieselbe Säure in allen Concentrationsgraden bis zu einem Gehalte von 1 Theil HCl auf 1000 Theile Wasser hinab erzeugt bei momentaner Berührung mit dem Muskelquerschnitt Zuckungen, welche durch die einfache Beobachtung von keiner anderen Muskelcontraction unterschieden werden können, auch in allen denjenigen Fällen, wo die Abnahme der Erregbarkeit des Muskels gegenüber elektrischer Reizung auf die oben beschriebene Weise constatirt werden konnte. Die Zuckung tritt momentan sofort bei Berührung des Querschnitts mit der Säure ein, verläuft ferner über den ganzen Muskel von einem Ende bis zum anderen, und tritt mit derselben Sicherheit ein durch eine tausendfach verdünnte, wie durch eine mässig concentrirte Säure.

Die Wirkung der Alkalien. Wässrige Lösungen von Kali oder Natron erregen sowohl den Nerven als den Muskel selbst bei einer Verdünnung bis zu 0,1 pCt., und zwar

treten Zuckungen meist leichter ein, wenn die äusserst verdünnte Lösung auf den Nerven, als wenn sie auf den Muskel applicirt wird. Ich hatte gehofft, durch die Ausschliessung der Nerven mittelst constanter Ströme einige Aufklärung über dies so sonderbare Verhalten erlangen zu können. Meine Erwartungen wurden aber getäuscht, da sich die gleiche Unregelmässigkeit der bei sehr verdünnten Lösungen erhaltenen Resultate auch an solchen Muskeln zeigte, welche durch den Elektrotonus ihrer Nerven vorübergehend beraubt waren. Indessen habe ich auch häufig die Zuckungen an diesen Muskeln eintreten sehen durch Kalilauge von 0,1 pCt. Durch eine Lösung von 0,4 und 0,3 pCt. entstehen dieselben aber jedes Mal, und zwar ganz so wie bei allen anderen Muskeln.[1]) Das Kalkwasser, das auf die motorischen Nerven niemals erregend wirkt, aber ebenfalls für den Muskel ein kräftiger Erreger ist, zeigt ganz dieselbe Wirkung auch bei den Muskeln, deren Nerveneinfluss durch die angegebene Methode beseitigt wurde.

Eine andere Base, das Ammoniak, welches niemals den motorischen Nerven in den Zustand der Erregung versetzt, veranlasst einen Muskel unter allen Umständen schon durch die bei gewöhnlicher Temperatur entweichenden Dämpfe anfänglich zu stossweisen Zuckungen, welche später in wahren Tetanus übergehen. Alle diese Erscheinungen treten nun auch hier in derselben Weise ein, wo die Umstände eine Abnahme der Erregbarkeit vermuthen lassen sollten, und ich habe bei Beobachtung aller erörterten Vorsichtsmassregeln den Tetanus durch Ammoniakdämpfe 3—4 Mal an ein und demselben Muskel eintreten und nach Entfernung des Reizes wieder verschwinden sehen, ohne dass durch den im Nerven

1) Die Unregelmässigkeit erklärt sich vielleicht dadurch, dass die verdünnten Lösungen an der Oberfläche sehr rasch in kohlensaure Lösungen verwandelt werden, und dass der meist tiefer eingetauchte Nerv mehr von den tieferen Schichten, welche noch kaustisches Kali im Ueberschuss enthielten, empfing, während der Muskel durch das Zurückfahren bei der Berührung mit der Oberfläche an einer erfolgreichen Berührung mit den ätzenden Schichten verhindert wurde.

kreisenden Strom irgend eine Abnahme jener auffälligen Erscheinungen hätte bewirkt werden können.

Dies sind die nackten Resultate meiner Versuche, und ich erlaube mir jetzt denselben eine Folgerung hinzufügen, welche uns mit Nothwendigkeit zum Beweise der Muskelirritabilität zu führen scheint. So lange die Modificationen der Erregbarkeit des motorischen Nerven in diesem Sinne angewendet werden, bestehen gegen die Zulässigkeit und die Beweisfähigkeit der directen Reizversuche am Muskel zwei Bedenken, welche beide von Eckhard selbst aufgeworfen sind. Das erste liegt in der Annahme, dass die Verminderung der Erregbarkeit durch den aufsteigenden constanten Strom sich nicht allein auf den Nerven beschränke, sondern von diesem auf den Muskel übergehe, ein Umstand, der allerdings, im Falle er wirklich stattfände, dieser Methode alle Anwendbarkeit zur Entscheidung der Irritabilitätsfrage nehmen würde. Eckhard hat nun allerdings durch seine Versuche diese Annahme keineswegs beseitigen können, wir wollen derselben aber trotzdem keinen zu grossen Werth beilegen, da wir uns nach den eben mitgetheilten Versuchen ganz der von Pflüger (Physiologie des Elektrotonus, S. 35 u. 36) erörterten Anschauung anschliessen können, wonach ein Zustand der Ruhe im Nerven nicht mit Nothwendigkeit auch den gleichen Zustand im Muskel bedingen müsse, und wir brauchen hier nur wieder daran zu erinnern, dass selbst diejenigen Reize, welche jedenfalls zu den allergeringsten Veränderungen gehören, die einen erregenden Einfluss auszuüben vermögen, wie z. B. die Benetzung des Muskelquerschnittes mit tausendfach verdünnter Salzsäure, einen Muskel zum Zucken bringen, dessen Nerv in den Zustand des Elektrotonus durch den aufsteigenden Strom versetzt war. Gegenüber dieser Thatsache kann es wohl nicht mehr bezweifelt werden, dass der Muskel selbst durch den letzteren Umstand nicht merklich an Erregbarkeit verloren haben konnte. — Das zweite Bedenken, das aber von ungleich grösserer Wichtigkeit ist, besteht in der Zulässigkeit der chemischen Reizung überhaupt. In Bezug hierauf bin ich indessen

so glücklich, zuvörderst direct auf die Versuche Pflüger's verweisen zu können (a. a. O.), aus welchen hervorgeht, dass die Veränderungen der Erregbarkeit eines Nerven durch constante Ströme nicht bloss für die elektrischen Reize in Betracht kommen, sondern ganz ebenso auch für die chemischen. Pflüger hat gezeigt, dass gerade die durch die Reizung des motorischen Nerven mittelst Chlornatrium bewirkten Zuckungen vielleicht noch klarer und einleuchtender die verschiedenen Abstufungen der Erregbarkeit zur Erscheinung bringen, und dass der den Nerven durchfliessende Strom bei aufsteigender Richtung auch jede tiefer liegende Strecke der Art beherrscht, dass der durch Kochsalz bewirkte Tetanus augenblicklich dadurch aufgehoben werden kann. Es dürfte also über die Zulässigkeit der chemischen Erreger unter den in Rede stehenden Bedingungen gar kein Zweifel mehr obwalten, wenn nicht dagegen immer noch das Bedenken erhoben werden könnte, dass die grössere Mehrzahl chemischer Körper, welche sich erregender Wirkungen erfreut, zugleich so beschaffen seien, dass sie den Nerven sehr rasch zerstören, mithin jede Strecke des Nerven unterhalb der der directen Erregung ausgesetzten sehr bald dem Einflusse des lähmenden Stromes damit entzogen werden könnte. Für das Kochsalz, das gebräuchlichste chemische Reizmittel, findet dies nun wirklich statt, aber, was wohl zu bedenken ist, erst nach einer ziemlich langen Zeit, während welcher der Nerv allerdings durch den chemischen Eingriff seine Continuität verliert. Eckhard ist daher nicht ganz im Unrecht, wenn er glaubt, dass die Zuckungen eines mit Na Cl Lösung benetzten Muskels während der Dauer des im Nerven aufsteigend fliessenden Stromes nicht unbedingt von ausschliesslicher Reizung der contractilen Substanz herzurühren brauchen, und wenn er voraussetzt, dass dieser Versuch die Muskelirritabilität schwerlich ausser Zweifel zu setzen vermöchte. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass die chemische Reizung der Muskeln bisher und auch wohl nicht von Eckhard in der von mir beschriebenen Weise versucht

worden ist, und ich glaube daher hier die Competenz derselben um so mehr in Schutz nehmen zu müssen.

Es ist natürlich vor allen Dingen nothwendig, den Verlauf der Nerven in einem dem Versuche dienenden Muskel so genau wie möglich zu kennen, und glücklicher Weise bietet der von mir verwendete Musc. sartorius des Frosches dazu eine vortreffliche Gelegenheit, da derselbe bei kleinen nicht über 2 und 3 Centimeter messenden Thieren seiner ganzen Ausdehnung nach mikroskopisch untersucht werden kann. Man sieht an solchen durch HCl von 0,1 pCt. fast glasartig durchsichtig gemachten Muskeln das Nervenstämmchen etwas unter der Mitte des inneren Randes rechtwinklig zum Verlauf der Primitivbündel eintreten, und gleich darauf sich so theilen, dass zwei stärkere Aeste schräg nach aussen, oben sowohl wie unten, nach beiden entgegensetzten Enden abgehen. Verfolgt man nun diese Nervenäste weiter, so sieht man, wie die einzelnen Primitivfasern allmälig auseinander treten, oberhalb der Nerveneintrittsstelle, ungefähr in der geometrischen Mitte des Muskels, bisweilen noch wieder zu Plexus sich vereinigen, dann aber unter zahlreichen dichotomischen und trichotomischen Theilungen sich nach und nach dem Auge entziehen. Die Fasern scheinen ferner ausserhalb des Sarkolemms niemals weiter zu gehen, als etwa bis Beginn des oberen und unteren Achtels des Muskels, so dass die beiden äussersten Enden desselben immer für die Länge von einigen Millimetern gar keine Nerven mehr zu enthalten scheinen. Mit Sicherheit lässt sich an diesen Theilen des Muskels entscheiden, dass wenigstens ausserhalb der Primitivbündel keine Nerven mehr existiren. Reizt man also einen Muskel, indem man nur auf den tief unter der Gegend, wo die Nervenröhren sich theilen, gelegenen Querschnitt eine chemische Substanz applicirt, so ist es kaum zu bezweifeln, dass dieselbe, falls sie für den Nerven erregende Eigenschaften besitzt, fast das äusserste, wahre intramusculare Ende desselben trifft. Setzen wir nun den Fall, dass der chemische Reiz wirklich, wie Eckhard meint, sogleich diesen Nerven abätze, so wird doch dazu jedenfalls einige Zeit er-

forderlich sein, zumal wenn der Vorgang so vollständig erfolgen sollte, dass dieses Nervenstück ganz von seinem centralen Zusammenhang abgelöst würde. Wie man sieht, könnte dies nun recht gut so sein, ohne dass unsere Versuche alle Beweiskraft verlören, da ja das abgeätzte Nervenstück gar kein Organ mehr besässe, um seine flüchtige Erregung zu äussern, indem es ja gerade so gut durch die Aetzung auch allen Zusammenhang mit der contractilen Substanz verlieren könnte. Die weitere Widerlegung dieser Ansicht würde uns eben dahin führen, Hypothesen als unrichtig zu bezeichnen, welche bis jetzt zum Glück noch von Keinem im Ernste gemacht worden sind, wie z. B. die, dass der im Inneren des Primitivbündels befindliche Nerv am äussersten Ende desselben schlingenförmig umbiege, denn nur so dürfte vielleicht die Eckhard'sche Ansicht zu retten sein. Dieser Mühe glaube ich mich daher überheben zu können. Es wäre eine Absurdität zu denken, dass eine so wenig ätzende Flüssigkeit, wie Salzsäure im Zustande tausendfacher Verdünnung, bei momentaner Berührung mit dem Muskelquerschnitt erst den Nerven von seinem Zusammenhange mit dem oberen Theile abfresse, dann das glücklich erbeutete Stückchen in den Zustand der Erregung versetze, und auf diesem Wege momentan bei der flüchtigsten Berührung eine Zuckung in der ganzen Länge und Breite des Muskels bewirke. Ich stehe somit nicht an, die aufgeführten Versuche als einen schlagenden Beweis für die Existenz der Muskelirritabilität zu bezeichnen, oder besser gesagt, für eine von der Reizbarkeit der Nerven chemisch differente und selbständige Erregbarkeit der Muskelfaser, welche gerade in dem chemisch verschiedenen Bau der beiden Organe ihre Erklärung finden muss.

Nach diesen Erörterungen ist es nicht überflüssig, noch einige Versuche anzuführen, welche freilich nichts wesentlich Neues zu diesem Schlusse mehr hinzufügen können, welche aber die von der Abnahme der Erregbarkeit des Nerven durch den aufsteigenden constanten Strom unabhängig erzeugten Muskelcontractionen noch weiter beleuchten werden. Die Umständlichkeit der Präparation und die Schwierigkeiten,

so zierliche Organe, wie den Sartorius mit seinem Nerven, längere Zeit für einen Versuch zu conserviren, bringt es mit sich, dass ohne Aufwand einer übermässigen Zeit nicht alle jene Reizversuche wiederholt werden konnten, deren Resultate ich in meiner früheren Mittheilung über chemische Reizung publicirt habe. Ich kann daher hier nur noch hinzufügen, dass alle Flüssigkeiten, welche ich untersucht habe, und von denen mir die erregenden Fähigkeiten aus früheren Beobachtungen schon bekannt waren, in gleicher Weise auch erregend auf die Muskeln mit gelähmten Nerven wirkten. So erzeugten Lösungen von Chlornatrium, von schwefelsaurem Kupferoxyd, von Chlorcalcium oder von verdünntem Glycerin Zuckungen, welche ich den von gewöhnlichen Muskeln erhaltenen ganz zur Seite stellen möchte. Flüssigkeiten, welche bei momentaner Berührung mit dem Muskelquerschnitt keine Zuckungen erzeugen, also z. B. destillirtes Wasser, sind natürlich auch ohne Wirkung für den Sartorius, dessen Nerv durch den Strom gelähmt wird. Aus Wittich's Untersuchungen ist es bekannt, dass das destillirte Wasser aber bei längerer Einwirkung Zuckungen erzeugt, und Schiff hat darüber (Schiff, s. Lehrbuch d. Physiologie) bemerkt, dass dieselben von einer Erregung des Nerven herrührten, da sie durch die Anwendung des constanten Stromes beseitigt werden könnten. In der Form, in welcher ich den Versuch angestellt, nämlich beim Eintauchen einer längeren unterhalb des Nerven-Eintritts gelegenen Strecke des Sartorius in destillirtes Wasser, habe ich indessen niemals das Resultat bestätigen können. Nach einiger Zeit begann der Muskel sich zu contrahiren, und wenn ich dann die Kette für den Nerven schloss, erfolgte niemals Ruhe, sondern die Zuckungen blieben nach wie vor bestehen. Bei Oeffnung der Kette markirte sich dann die Oeffnungszuckung sehr scharf von den schwächeren durch die allmälige Einwirkung des Wassers erzeugten fibrillären Contractionen. Ich muss daher in diesem Punkte Wittich beistimmen, dass die durch Wasser hervorgerufenen Zuckungen zum Theil gewiss aus einer directen Muskelreizung abgeleitet werden müssen, bei

welcher die Nerven unbetheiligt sind. Ob dagegen letzteres bei Injectionen des Wassers in die Blutgefässe doch stattfinden könnte, mag vorläufig unermittelt bleiben.

Ausser den durch künstliche chemische Reizung hervortretenden Erscheinungen giebt es, wie mir scheint, übrigens noch eine ganze Anzahl sogenannter spontaner Muskelzuckungen, welche durch irgend eine in der Muskelsubstanz selbst liegende, sei es durch Absterben oder durch mechanische Misshandlungen bei der Präparation bewirkte Veränderung begründet sind. Man beobachtet namentlich im Winter, dass Froschschenkel plötzlich nach Durchschneidung ihrer Nerven in den heftigsten Tetanus gerathen,[1]) welcher einige Zeit anhält, um später ein Präparat von sehr geringer Erregbarkeit zu hinterlassen.

In den allermeisten Fällen kann der so entstandene Tetanus nun augenblicklich entfernt werden, wenn der Nerv von einem starken aufsteigenden constanten Strome durchflossen wird; ich habe aber oft gesehen, dass diese Zuckungen auch unzweifelhaft in den Muskeln ohne Vermittelung des Nerven spontan entstanden, da dieselben selbst bei Anwendung sehr kräftiger Ströme und bei einer Anordnung, in welcher der Nerv dicht hinter der oberen negativen Elektrode abgeschnitten war, in unverminderter Energie bestehen blieben. Der Muskel kann also auch ohne künstliche Mittel unabhängig von seinem in ihm liegenden Nerven in Zuckung verfallen, was ich hier schon darum erwähnen möchte, um darauf aufmerksam zu machen, dass die selbständige Reizbarkeit der Muskelfaser auch bei nicht direct darauf gerichteten Untersuchungen wohl berücksichtigt zu werden verdient.

Wie erwähnt, hat Pflüger den Beweis geliefert, dass die lähmende Wirkung des constanten Stromes auch der chemischen Reizung des Nervenstammes, einerlei an welchem Orte

---

1) Die Erscheinungen sind, soweit sie von Veränderungen im Nerven herrühren, auch von Pflüger sehr naturgetreu geschildert worden. S. a. a. O. S. 134.

sie angebracht wird, ihren Einfluss nimmt. Ich bin so glücklich, einen Versuch anführen zu können, welcher dasselbe Gesetz auch für die letzten Ausbreitungen der Primitivfaser im Muskel darthut. Um Zuckungen durch den Strom verschwinden zu sehen, welche durch directe Reizung des Gemisches von Muskel und Nerv erzeugt sind, bedarf es selbstverständlich eines Erregers, welcher nur das eine Glied dieser Combination, nämlich nur den Nerven erregt, nicht aber den Muskel. Erregte der Körper beide, so hätte man eine Zuckung aus doppeltem Grunde, man dürfte also nicht erwarten, durch die blosse Beobachtung den Ausfall der einen Bedingung, nämlich die Eliminirung des Nerven wahrzunehmen, da der Muskel eben fortfahren würde, gegen den ihm selbst zukommenden Reiz zu reagiren. Bis jetzt habe ich erst Eine Flüssigkeit auffinden können, welche wohl den intramuscularen Nerven, nicht aber den Muskel selbst in den erregten Zustand versetzt. Es ist das concentrirte Glycerin, das, wie ich gezeigt habe, vom Nerven aus den heftigsten Tetanus erzeugt, beim Eintauchen des unteren Muskelquerschnittes aber niemals Zuckungen hervorruft. Taucht man den Musc. sartorius hingegen mit einem etwa 3—4 Millim. über seinem äussersten oberen Ende angelegten Querschnitt in concentrirtes Glycerin ein, so sieht man denselben nach einiger Zeit in Zuckungen gerathen, was von weiter dem Ende zu gelegenen Querschnitten aus, also (bei umgekehrter senkrecht herabhängender Lage) bei tiefer gelegenen Punkten, selbst nach stundenlanger Berührung niemals geschieht, aus Gründen, deren Mittheilung ich mir für eine andere Gelegenheit vorbehalte. Hier kommt es nur auf die andere Thatsache an, dass der weiter vom Ursprunge am Os ilium gelegene Querschnitt ohne Ausnahme durch concentrirtes Glycerin erregt werden kann. Die Zuckungen, welche dort entstehen, rühren nun unzweifelhaft von der Erregung der intramuscularen Nerven her, und zwar ohne alle directe Betheiligung der contractilen Substanz selbst, was durch folgenden Versuch erwiesen wird.

Man richte, wie oben beschrieben, einen Sartorius mit

seinem Nerven her, lege etwa 4 Millim. oberhalb des nach unten herabhängenden Endes den Querschnitt an, und lasse diesen die Oberfläche des Glycerins berühren. Anfangs bleibt alles in Ruhe, nach einiger Zeit aber sieht man fibrilläre Zuckungen eintreten, ganz im Gegensatze zu der die ganze Länge und Breite, kurz alle Dimensionen des Muskels gleichzeitig ergreifenden Zuckung, welche durch andere chemische Reize, z. B. durch verdünnte Salzsäure, entsteht. Sobald diese Contractionen beginnen, schliesse man den Strom für den Nerven, und augenblicklich wird man den Muskel zur Ruhe zurückkehren sehen. Nach Oeffnung des Stromes entsteht die Oeffnungszuckung, welcher sofort die durch das Glycerin bewirkten nachfolgen. Dieselben verstärken sich mit der Zeit immer mehr; der Muskel, welcher anfänglich nur ein leises Flimmern zeigte, biegt sich zuckend bald nach links, bald nach rechts, geräth dann seiner ganzen Breite nach in eine tanzende Bewegung, um schliesslich in wahren Tetanus zu verfallen, und so in den Zustand der Starre überzugehen. Dass die gleich nach der Oeffnungszuckung andauernden Contractionen nichts mit dem Ritter'schen (Oeffnungs-) Tetanus gemein haben, erhellt erstens daraus, dass sie auch ohne Anwendung des Stromes, also bei jeder Form des Versuches erscheinen, und zweitens daraus, dass die Dauer der Ströme in dem Nerven niemals in allen meinen Versuchen so weit ausgedehnt werden konnte, um jenen Tetanus zur Erscheinung kommen zu lassen, da ich anderen Falls hätte fürchten müssen, meinen verzweifelt dünnen Nerven durch das Umsichgreifen der electrolytischen Zersetzung sehr bald zu vernichten. Der Glycerin-Tetanus kann indessen nicht bis zu Ende durch den Strom beseitigt werden, da nach Verlauf einer Minute in der That das einzutreten scheint, was Eckhard so leicht über die Muskelirritabilität hinweghalf, nämlich eine Zerstörung des Nerven, welche einzelne peripherische Enden wirklich der Einwirkung des Stromes entzieht. Nie tritt aber dieser Umstand sogleich ein, bisweilen sogar erst nach mehreren Minuten, wodurch die Annahme derselben experimentellen Calamität bei momentan nach der

Reizung erfolgender einmaliger Zuckung in eine noch viel bedenklichere Position geräth. Dass der bezeichnete Umstand übrigens für alle momentan auf den Muskelquerschnitt wirkenden vorher beschriebenen Reize ganz ohne Belang ist, erhellt ferner daraus, dass alle jene Körper denselben Erfolg während der Nervenlähmung durch den Strom bewirken, wenn sie an einem beliebigen einerlei ob hoch oder tief unterhalb der Nerveneintrittsstelle gelegenen Querschnitt applicirt werden, in Fällen also, wo die reizende Substanz sehr verschiedenartige Combinationen von Muskel und Nerv in einer Fläche antreffen musste. Gleichzeitig wird damit noch ferner erklärt, dass weiter nach dem centralen Ende des Nerven an einem weniger peripherischen Stück desselben die lähmende Wirkung des constanten Stromes ebenfalls nicht auf den Muskel übergeht, und durch die Uebereinstimmung sämmtlicher an allen verschiedenen Querschnitten gewonnener Resultate tritt es dann deutlich zu Tage, dass die Unterschiede der Entfernung der Nervenenden von der unmittelbar durchflossenen Strecke für die gewählte Stromstärke von gar keiner wesentlichen Bedeutung sein können, dass mithin in allen Versuchen wirklich auch die letzten äussersten peripherischen Ausbreitungen des motorischen Nerven leistungsunfähig gemacht worden seien.

Wir glauben darum jetzt unbedenklich behaupten zu dürfen, dass der constante aufsteigende Strom bei seinem Durchgange durch den Nerven ohne Einfluss auf die Erregbarkeit des Muskels selbst ist, dass derselbe vielmehr nur die Nerven, diese aber bis an ihre äussersten Spitzen unerregbar macht, und dass der so von allem Nerveneinfluss befreite Muskel irritabel, nämlich für mehrere chemische Einflüsse selbständig reizbar sei. Ebenso unzweideutig glauben wir hinzufügen zu können, dass der Muskel die Erregung auch ohne Nerven-Vermittelung von Querschnitt zu Querschnitt seiner eigenen Substanz überträgt, dass also local beschränkte Contractionen innerhalb der Länge eines Primitivbündels bei unversehrten Muskeln niemals stattfinden, und dass der Muskel offenbar mit dem

Nerven jene merkwürdige Eigenschaft der Leitungsfähigkeit theilt, welche die Bewegung und Empfindung vermittelnden Apparate des Thierleibes so scharf von allen übrigen Einrichtungen sondert.

Zum Schlusse ergreife ich mit Vergnügen die Gelegenheit, dem Herrn Claude Bernard öffentlich meinen Dank zu sagen für die freundliche Ueberlassung eines Laboratoriums, in welchem die obige Untersuchung ausgeführt wurde.

Paris, den 9. März 1859.

Eine Missbildung am Flusskrebs,

beobachtet von

Dr. C. Strahl.

Die Membran, welche den Eingang in den Fortsatz oder das Tuberculum des 1sten Basalgliedes der äusseren Fühler schliesst, ist lange Zeit als Tympanum und der dahinter liegende häutige mit Flüssigkeit erfüllte Sack als Gehörsack, beide zusammen also als das Gehörorgan angesehen worden, bis in neuester Zeit Zweifel dagegen erhoben und das Gehörorgan anderweit aufgesucht worden ist.

Das Tympanum ist aber keine geschlossene, einem Trommelfell vergleichbare Membran, sondern hat in ihrer Mitte eine durch Muskulatur verschliessbare Oeffnung, die freilich bei unserem Flusskrebs wegen der überdies noch ungünstigen Lage und wegen ihrer Kleinheit leicht übersehen wird. Es gelingt aber mit einiger Uebung ein menschliches Kopfhaar in dieselbe einzuführen. Bei anderen verwandten langschwänzigen Dekapoden ist diese Oeffnung leichter zu sehen, z. B. beim Hummer, bei *Nephrops*, wo das Tuberculum kürzer ist und das Tympanum mehr parallel mit der Bauchfläche des Thieres und nicht so ungünstig auf der hinteren Fläche des Tuberculum (Flusskrebs) liegt. Ausser allem

Zweifel und schon mit blossem Auge sichtbar ist aber die Oeffnung bei *Palinurus vulgaris*, wo sie in ausgewachsenen Exemplaren einen fast 1''' langen Schlitz bildet.

Vermittelst einer Schweinsborste dringt man bei den erwähnten grösseren Krebsen in den häutigen Canal, welcher, mit klarer Flüssigkeit erfüllt, das Innere des Tuberculum auskleidet und im weiteren Verlauf mit dem Gehörsack in Zusammenhang steht.

Es liegt nirgend in der Litteratur eine Beobachtung vor, wo in dem präsumirten Gehörsack Otolithen gesehen worden wären. Brandt aber (Med. Zool. II, S. 64) führt an, dass die Gehörblase durch einige kurze Ausführungsgänge mit Succow's apfelgrüner Drüse zusammenhänge und das Secret derselben aufnehme. Eine Abbildung über diesen Zusammenhang oder anderweite Begründung desselben hat er nicht gegeben. Dennoch ist der Zusammenhang eine richtige Thatsache. Bereits im Jahre 1848 ist es mir einigemal unter vielen verunglückten Versuchen gelungen, mit Lauth's Lymphinjectionsapparat von der Oeffnung des Tympanum aus den Gehörsack mit Quecksilber zu erfüllen und bis in die Windungen des grünen Organs einzudringen. Es bildet also Succow's Drüse, der Gehörsack der Autoren und das Tympanum mit seiner Oeffnung eine zusammengehörende Organisation und zwar einen Absonderungsapparat, dessen Natur freilich noch im Dunkel liegt.

Haeckel (Müll. Archiv 1857 S. 551), der auch mündliche Mittheilungen von meiner Seite über diesen Gegenstand gemacht hat, deutet ihn geradezu als Harnorgan, namentlich auf Angaben Neuwyler's fussend. Zenker (Wiegm. Archiv 1854 S. 94) führt von mehreren Krustern analoge nach aussen mündende Absonderungsorgane an. Ebenda S. 38 beschreibt er Drüsenorgane der Ostracoden als Milz, die er mit Drüsen der Cytheren parallelisirt und als Giftdrüsen deutet. Genug es herrscht vollständiges Dunkel über die Function dieser Absonderungsapparate, mit deren Untersuchung auch ich mich schon länger vergeblich beschäftigt habe.

Die in untenstehender Abbildung dargestellte Missbildung

habe ich unter 1500 Flusskrebsen dreimal zu beobachten Gelegenheit gehabt. Während in dem untersten Basalglied des äusseren Fühlers der einen Seite das Tuberculum auditivum 0 vorhanden ist, fehlt es in dem entsprechenden Gliede der anderen Seite 0'. (Die Abbildung ist nach einer Photographie gefertigt.) Gleichzeitig, und dies ist ein anatomischer Beweis für den Zusammenhang der oben genannten einzelnen Organe und für die Nothwendigkeit des Zusammenfassens derselben als einen Absonderungsapparat, fehlen mit dem äusseren Tuberculum und seinem Tympanum, innerlich auf derselben Seite der Gehörsack mit seinem Fortsatz im Tuberculum und Succow's Drüse. Einmal habe ich auch gesehen, dass ein Tuberculum einer Seite, wahrscheinlich durch äussere Eingriffe, verletzt und verkrüppelt mit Atrophie der Drüse Succow's derselben Seite vergesellschaftet war. Im letzten Falle und auch bei dem gänzlichen Fehlen des Absonderungsorganes der einen Seite war die Drüse Succow's der anderen Seite immer entsprechend vergrössert. Der Absonderungsapparat scheint sonach in einem wesent-

lichen Verhältniss zur Stoffmetamorphose zu stehen, und vielleicht müssen durch ihn gewisse Stoffe behufs der Erhaltung des Organismus ausgeführt werden.

In dieser Richtung von mir angestellte Versuche haben fast eine Bestätigung geliefert. Verkleben der Tympanalöffnungen durch Collodium, Asphaltlack etc. erwies sich erfolglos, weil die Bewegungen der Palpen den angewandten Kitt in wenigen Tagen entfernten. Schnitt ich diese Organe so kurz ab, dass sie nicht mehr das Tuberculum erreichen konnten, so verschwand doch in wenigen Tagen der angewandte Kitt, und die Krebse lebten in der sie gefangen haltenden Reuse im freien fliessenden Wasser und bei hinreichender Ernährung mit todten Fischen noch Wochen lang, als wenn ihnen nichts geschehen wäre. Ich schritt nun zur mechanischen Zerstörung des Tuberculum, soweit es über seiner Basis hervorragt, mittelst der Scheere und sah, wenn ich beide Tubercula zerstörte, stets den Tod binnen 11 bis 12 Tage erfolgen, während unberührte Krebse in derselben Reuse, also unter gleichen äusseren Lebensbedingungen munter fortlebten. Atrophie der Drüse Succow's konnte ich nicht bemerken, auch schien der sogenannte Gehörsack nicht überfüllt. Eine so gering scheinende Verletzung kann man wohl nicht als die Todesursache bei Thieren ansehen, die viel grössere Verletzungen ohne Schaden ertragen. Sicher aber erfolgte der Tod immer nach dieser Operation in der angegebenen Frist, wie ich mich mehrfach und zu wiederholten Malen überzeugte. Ob dennoch vielleicht Organisationsveränderungen in der betreffenden Drüse eintreten, hoffe ich in diesem Jahre zu erledigen, da im vorigen durch die vielfach wiederholten vergeblichen Versuche viel Zeit verstrich, und ich erst spät zu dem oben angeführten sicheren Resultat gelangte.

Ueber die fibrilläre Beschaffenheit der Bindesubstanzgebilde (Sehne, Cornea) und ihre Beziehung zur Bindegewebsfrage.

Von

Dr. Albert Baur.

In neuester Zeit sind aus dem Wiener physiologischen Institut eine Reihe von Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes und über das Gefüge der Cornea veröffentlicht worden. Der Verfasser der beiden in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften erschienenen Aufsätze (Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes. Von Dr. A. Rollett. Wien. 1858 und: Ueber das Gefüge der Substantia propria Corneae. Wien. 1859) hat sich zur Aufgabe gemacht, die alte Faserlehre gegenüber der neueren von Reichert zuerst vertretenen Auffassung des Bindegewebes wieder in ihre Rechte einzusetzen. Die Histologie wäre hiernach genöthigt, auf einige chemische mikroskopische Beobachtungen hin, eine Anschauung zu verlassen, welche methodisch auf Grund einer Vergleichung des gesammten Materials gewonnen wurde, und auf einen Punkt zurückzukehren, den man mit Recht für einen überwundenen halten konnte. Ehe sich die Wissenschaft entschliesst, einen solchen offenbaren Rückschritt zu thun, und einen Standpunkt aufzugeben, dem sie die wichtigsten Aufklärungen verdankt, dürfte es gerechtfertigt sein, die Argumente, welche Rollett zu einem Angriff gegen die Reichert'sche Auffassung des Bindegewebes benützen zu können glaubte, einer Prüfung auf ihre Stichhaltigkeit zu unterziehen; es ist dies um so mehr Pflicht, als in der Rollett'schen Schrift eben jene

Auffassung durch — sei es absichtliche oder unabsichtliche — Ignorirung der wesentlichsten Punkte eine völlige Entstellung erfahren hat. Rollett hielt es nicht für zweckmässig, die Gründe für und wider die beiden Ansichten, welche er allein für gut fand, einander gegenüber zu stellen, nämlich die alte noch von Henle vertheidigte Faserlehre und die Reichert'sche Erklärung der Fibrillen noch einmal abzuwägen, er setzt voraus, durch seine Beobachtungen die Controverse vielmehr einfach geschlichtet zu haben. Um seine einzelnen Beweise prüfen zu können, halten wir es für nöthig, mit einigen Worten auf die Entwickelung und den jetzigen Stand der Bindegewebsfrage hinzuweisen. Die Frage, um deren Beantwortung es sich handelt, bestimmt zu stellen, ist die erste Bedingung einer unbefangenen Untersuchung.

Die Bindegewebsfrage hat, seit sie auf mikroskopischem Gebiet sich bewegt, verschiedene Wandlungen durchgemacht. Der Fortschritt, welcher darin zu erkennen, besteht weniger in positiven Resultaten, als in der Trennung des Wesentlichen vom Unwesentlichen, in der bestimmteren Formulirung der streitigen Punkte. Nach der alten Lehre ist das Bindegewebe zusammengesetzt aus Fasern, welche ein Formelement des Körpers repräsentiren, so gut wie eine Muskel- oder Nervenfaser. Als Schwann den Grund zu einer genetischen Charakteristik der Gewebe legte, suchte er eben diese Lehre genetisch zu begründen, indem er die Fasern des Bindegewebes aus einer Metamorphose von Zellen ableitete. Die ersten gegründeten Einwürfe gegen diese Auffassung erhoben zu haben, ist Reichert's Verdienst. Er wies nach, dass nicht die Faser es ist, welche den Character des Gewebes constituirt, sondern das Auftreten einer Grundsubstanz in einer Zellenanlage, welche urspünglich in allen Fällen homogen ist, später eben so gut homogen wie gestreift und spaltbar, d. h. fibrillär sein kann. Dieses positive Resultat war auf genetischem Wege gewonnen worden, nur von hier aus wäre es anzugreifen gewesen; denn der Werth der genetischen Methode in der Histologie ist seit Schwann wohl ein allgemein anerkannter. Die Fibrillen, welche man von

jeher sah, mussten aber erklärt werden, wie — das ist seither eine Frage für sich. Ob die Reichert'sche Erklärung der parallelen Streifung in gewissen Bindesubstanzgebilden durch Faltenzüge und Schichtung in der Grundsubstanz richtig oder unrichtig, das ändert an der Auffassung der Bindesubstanz überhaupt nichts. Wenn der Streit über die Deutung der Fibrillen fortging, so handelt es sich nicht darum, die alte Faserlehre zu stützen oder wiederherzustellen; [1]) denn in keinem Falle waren die Fibrillen, was man früher glaubte, ein selbständiges Formelement im genetischen Sinne. Die Bindegewebsfrage hatte sich somit in zwei unabhängige Streitpunkte aufgelöst, welche getrennt werden müssen, wo ein Urtheil in der Sache abgegeben wird. Der eine wichtige und in den Vordergrund getretene betrifft die genetische Auffassung der Grundsubstanz des Bindegewebes, der andere die mehr untergeordnete Frage, ob die sichtbaren Fibrillen in der Textur der Bindesubstanz präformirt, oder in anderer Weise zu erklären seien. Rollett, dessen Standpunkt die genetische Auffassung fremd ist, macht diesen Unterschied überhaupt nicht; er wirft einerseits die Ansicht, welche präformirte Fibrillen will, mit der alten Faserlehre zusammen, und glaubt andererseits durch den Nachweis wirklich präformirter Fibrillen die Reichert'sche Auffassung der Bindesubstanzgebilde geschlagen zu haben.

Im Laufe der weiteren Ausbildung der Bindegewebslehre, wie sie vorzugsweise in den Reichert'schen Jahresberichten über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie sich verfolgen lässt, stellte sich heraus, dass man bei der Deutung der parallelen Streifung im reifen Bindegewebe (welche hier einzig in Betracht kommt), wiederum zwei wichtige bisher zusammengeworfene Punkte zu unterscheiden habe. Es ist diess, kurz gesagt, die Structur der bindegewebigen Organe, und die Textur der in sie eingehenden Bindesubstanz. Beide können sich an der Herstellung des mikroskopischen Bildes der Fibrillen betheiligen. Die Grundsubstanz des

1) Vergl. hierüber Müller's Arch. 1852. S. 523.

Bindegewebes kann, wie Reichert von Anfang an hervorhob, an sich innerhalb einer gewissen Grenze variiren, sie kann homogen oder gestreift oder zugleich spaltbar sein. In einem bestimmten Object tritt sie entweder in einer dieser Formen oder in mehreren zugleich auf, die dann continuirlich und allmälig in einander übergehen. Die tiefere Schicht des Coriums zeigt eine fibrilläre, d. h. gestreifte und spaltbare, die oberflächliche eine mehr homogene nicht spaltbare, höchstens gestreifte Beschaffenheit, die Bindesubstanz der Sehne dagegen wie die des lockeren Zellstoffs zeigt in gleicher Weise durchaus die gestreifte und spaltbare Eigenschaft. Sehne und Zellstoff unterscheiden sich also nicht durch die Textur ihrer Bindesubstanz, sondern dadurch, dass die bindegewebigen Massen bei beiden in verschiedener Weise angeordnet sind, also durch eine Verschiedenheit in der Structur. Eine rein mechanische oder durch chemische Mittel unterstützte Zerlegung bindegewebiger Gebilde stösst zunächst auf Structurtheile, es sind diess dickere oder dünnere Stränge und vorzugsweise, wie Reichert gezeigt hat, gröbere und feinere Lamellen, in mannigfacher Weise über oder nebeneinander gelagert, bald leichter, bald schwerer von einander zu trennen. Gelingt es, was durchaus nicht überall der Fall ist, noch weiter zu zerlegen, so stösst man vermöge der Spaltbarkeit der Bindesubstanz auf die sogenannten Fibrillen als letzte Bestandtheile. Die Fibrillen sind aber nicht mehr Structurtheile, ihre Darstellbarkeit beruht auf einer verbreiteten Eigenschaft der Bindesubstanz überhaupt. Die Frage ist nur, wie diese zu erklären. Dass es aber unrichtig ist, die Bindesubstanzgebilde sich nach Art einer künstlichen Weberei gerade so aus einzelnen Fibrillen zusammengefügt, gewoben zu denken, wie man sie zuletzt in Fibrillen zerlegen kann, ergiebt sich wohl von selbst. Und doch nur aus dieser für den Rollett'schen Standpunkt characteristischen, mit der Histogenese aber gänzlich unvereinbaren Vorstellung lässt es sich erklären, wenn Rollett die constant im Bindegewebe auftretenden Kerne, Spiralfasern und elastischen

Fasern,[1]) weil sie keinen Leim geben, als heterogene Formbestandtheile zusammenfasst und sich so über die darüber bestehende Controverse einfach hinwegsetzt; wenn er ferner aus dem Umstande, dass er bei der einen Reihe bindegewebiger Gebilde, wie bei den Sehnen, den Aponeurosen, der Sklerotica direct auf feinste Fibrillen, bei der anderen wie im Corium, dem Zellgewebe, der Conjunctiva vorher auf gröbere Abtheilungen stiess, ohne Weiteres eine „interessante histologische Differenz zwischen den gewöhnlichen Bindegewebtexturen und den sogenannten fibrösen Geweben der alten Autoren" ableitet. Abgesehen von der genetisch nachweisbaren Uebereinstimmung wird in diesen Irrthum nicht verfallen, wer überhaupt gewohnt ist, die Structur von der Textur zu unterscheiden. Sehne wie Corium zerfällt bei künstlicher Zerlegung zunächst in gröbere Abtheilungen. Diese sind aber im Corium schon mikroskopisch und werden von Rollett Bindegewebsfasern zum Unterschied von den Fibrillen genannt, in der Sehne dagegen sind sie so

1) Nur die umspinnenden Fasern werden von Rollett einer näheren Berücksichtigung gewürdigt, ohne dass er mehr als eine Bestätigung ihrer Erklärung durch eine Scheide zu geben wüsste. Nach Rollett hat noch Niemand diese Scheide im unversehrten Zustand gesehen, auch ihm gelang es nicht, sie zur Anschauung zu bringen; er überzeugte sich vielmehr, dass keine solche Scheide existirt, sondern ein oberflächliches die Bindegewebestränge umspinnendes Netzwerk, mit anderen Worten eine Scheide mit grösseren oder kleineren Unterbrechungen. Da es physikalisch unmöglich ist, eine glashelle Scheide von beinahe unmessbarer Feinheit um einen cylindrischen, gestreiften Strang irgendwo zu sehen, ausser an ihren Rändern, so schloss man auf ihr Vorhandensein da, wo sie vom aufquellenden Inhalt in bekannter Weise zu einschnürenden Ringen oder Fasern zerrissen wird. Wenn es also Rollett nicht gelang, eine continuirliche Scheide im unversehrten Zustand zu sehen, so ist dies kein Beweis, dass eine solche nicht existirt. Andererseits war nie behauptet, dass diese Scheide nothwendig überall continuirlich sein müsse, nicht auch natürliche Lücken oder Unterbrechungen haben könne. Eine Scheide hört es deshalb nicht auf zu sein. Finden wir doch auch sonst unter den elastischen Grenzschichten des Bindegewebes alle Uebergänge von einer glashellen, continuirlichen oder gefensterten Membran bis zu Netzen elastischer Fasern.

grob, dass sie schon dem blossen Auge auffallen, und von jeher als Sehnenstränge bekannt. Fibrillen lassen sich also in der Sehne wie im Corium erst durch Zerlegung gröberer Abtheilungen gewinnen, deren relative Dicke und gegenseitige Lagerung nur bei beiden verschieden ist. Was Rollett eine histologische Differenz oder eine verschiedene Anordnung der leimgebenden Substanz nennt, reducirt sich also auf einen längst bekannten Unterschied in der Structur, der bei der Fibrillenfrage gar nicht in Betracht kommt.

Es war nöthig, diess vorauszuschicken, um bei der Besprechung der einzelnen, von Rollett benutzten Objecte alles dasjenige im Voraus ausschliessen zu können, was die eigentliche Frage, um die es sich handelt, nur verwirrt und von Rollett damit zusammen geworfen wurde.

Die Frage, ob die parallele Streifung im Bindegewebe durch präformirte Fibrillen oder vielmehr durch Faltenzüge geschichteter Lamellen zu erklären sei, — und diese ist es ja, auf welche die Rollett'schen Untersuchungen sich beziehen sollen — ist zuletzt eine reine Texturfrage. Die Structur kommt nur insofern in Betracht, als die eine Deutung eine geschichtete Structur voraussetzt, weil sie in vielen Gebilden nachweisbar ist. Wenn zugegeben ist, dass die von Rollett in Anwendung gebrachten Methoden unter Umständen ein Mittel an die Hand geben können, um die Structurverhältnisse eines Bindesubstanzgebildes zu lockern und dadurch klar zu machen, so kann nicht zugegeben werden, dass sie über die Textur der Bindesubstanz, um die es sich handelt, irgend mehr als schon Bekanntes beigebracht hätten. Was sich durch die Rollett'schen Versuche, welche von mir sämmtlich wiederholt wurden, zeigen lässt, ist eben das, was sie an einzelnen Objecten widerlegen sollten, nämlich der lamellöse Bau gewisser Bindesubstanzgebilde, wie vorzugsweise der Hornhaut, auf welche ich zurückkommen werde.

Dass die Grundsubstanz des Bindegewebes von einer homogenen zu einer gestreiften, von einer nur gestreiften zu einer spaltbaren Beschaffenheit in allen Uebergängen variiren könne, ist durch Reichert's Untersuchungen längst festge-

stellt. Zweifelhaft konnte nur noch bleiben, ob die Fibrillen immer nur künstlich isolirbar oder unter Umständen vielleicht schon isolirt in dem Gewebe vorhanden seien.

Reichert selbst hat sich gegen die Existenz isolirter Fibrillen und Fasern der Sehnensubstanz ausgesprochen und es für ein Kunststück erklärt, das er nicht kenne, ohne Zerrung Fibrillen darzustellen. Rollett glaubt dieses Problem gelöst zu haben, indem er in der Behandlung des Bindegewebes mit Kalk- und Barytwasser, sowie mit übermangansaurem Kali ein Mittel kennen lehrt, wodurch der „feste Zusammenhang gelockert und die Isolirung faseriger Formelemente gestattet wird." Da die Möglichkeit, Fibrillen darzustellen, schon an jedem beliebigen frischen Sehnenstück vorhanden und in der Spaltbarkeit zugegeben ist, so handelt es sich um den Nachweis, dass Fibrillen ohne mechanische Mittel isolirt werden können. Und dieser Nachweis kann nur dann als geliefert betrachtet werden, wenn bei der in Anwendung gebrachten Methode jede mechanische Beihülfe, also jede Zerrung und Dehnung, eliminirt ist. Rollett selbst sagt über die Art, wie es ihm gelang, Fibrillen zu isoliren: „bringt man einen der cylindrischen Stränge, welche die Sehne zusammensetzen, auf ein Objectglas und übt auf die Flanken jenes Stranges etwa in der Mitte seiner Länge auch nur einen sehr mässigen, zur Längsrichtung senkrechten Zug nach entgegengesetzten Seiten aus, so breitet sich derselbe in dem durch die aus einander gezogenen Präparirnadeln abgemarkten Raume zu einer Lage von theils gröberen, theils feineren, theils sehr feinen Fäden aus, von denen die zuletzt genannten durch eine Auffaserung der ersteren sich herstellen"; und: „haben Sehnenstücke sehr lange Zeit in Kalk- oder Barytwasser gelegen, so kann man sie manchmal in einem Gefäss mit Wasser durch Hin- und Herschütteln des letzteren zu einem lockern Filz aus einander waschen, der unter dem Mikroskop dieselben Eigenschaften erkennen lässt, wie ein nach der Behandlung mit Kalkwasser mittelst der Präparirnadel aus einander gezogenes Sehnenbündel." Dass hierbei das mechanische Moment, um das es sich gerade han-

delt, nicht eliminirt ist, leuchtet ohne Weiteres ein. Wie diese Erscheinungen zwingen sollen, eine „Discontinuität der Sehnensubstanz in der Längsrichtung" anzunehmen, ist nicht einzusehen. Es könnte daraus höchstens der Schluss gezogen werden, dass es nach Einwirkung der angeführten Flüssigkeiten eines geringeren Zuges bedarf, um die Spaltung in Fibrillen hervorzurufen, als bei einem in frischem Zustande benutzten Sehnenstück. Auf die Intensität des angewandten Zuges, ob das Schütteln mit Wasser genügt oder Zerreissen mit Nadeln nöthig ist, darauf kommt es nicht an, weil die Spaltbarkeit in allen Graden zugegeben ist. Da ferner durch jene Reagentien nachweisbar[1]) die Structur gelockert wird, so ist die Leichtigkeit der Zerfaserung so wenig auffallend, als die Thatsache, dass ein einfaches Blatt Papier sich leichter zerreissen lässt, als ein vielfach zusammen gelegtes.

Um die Discontinuität der Sehnensubstanz in der Richtung der Fibrillen vollständig zu beweisen, dazu nimmt Rollett eine andere, von ihm gefundene Thatsache zu Hülfe, nämlich die, dass in die Lösung der angewandten Flüssigkeiten eine Substanz übergeht, welche sich als ein Eiweisskörper herausgestellt hat. Mit der Anwesenheit dieser Substanz im Bindegewebe, schliesst Rollett, fällt das innige Aneinanderhaften der supponirten Formbestandtheile zusammen. Den Beweis dafür, dass an die Anwesenheit des Eiweisskörpers das feste Aneinanderkleben der Fibrillen geknüpft, und durch die Entfernung jenes Stoffes die Isolirung der Fibrillen schon gegeben ist, diesen Beweis ist Rollett schuldig geblieben. Es ist daher auch nicht mehr als eine Hypothese, wenn der extrahirte Stoff mit den Ueberresten des Schwann'schen Blastems und der von Henle beschriebenen Zwischenmasse der Fibrillen identificirt wird. Natürlicher scheint es, jenen Eiweisskörper einfach der parenchymatischen Flüssigkeit zuzuschreiben, von welcher das Bindegewebe wie andere gefässhaltige Theile durchtränkt sein muss.

1) Diess geht daraus hervor, dass in Bindegewebe, das in Kalk-, Barytwasser oder übermangansaurem Kali gelegen hat, vielfach Lamellen zum Vorschein kommen.

Es kann sogar eine einfache Thatsache beigebracht werden, und Rollett führt aus seinen Untersuchungen ebenfalls solche an, welche beweist, dass die An- oder Abwesenheit jenes Stoffes bei der Textur der Bindesubstanz gar nicht von Einfluss ist. Trocknet man nämlich ein mit Kalk-, Barytwasser oder übermangansaurem Kali behandeltes Sehnenstück, so zeigen Durchschnitte durch dasselbe eine ganz ähnliche homogene Beschaffenheit wie solche, die von einer in frischem Zustand getrockneten Sehne, welche also jenen Eiweisskörper noch enthält, genommen werden.

Rollett stützt sich ferner auf die Untersuchung des in Leder verwandelten Bindegewebes, des gegerbten Coriums. Für die Frage, ob die Fibrillen dadurch isolirbar seien, kann natürlich nur solches Leder benutzt werden, das ohne mechanische Zerrung dargestellt ist. Ein so gegerbtes Stückchen Corium unterscheidet sich von einem einfach getrockneten durch die grössere Sprödigkeit und in Durchschnitten unter dem Mikroskop durch eine stärkere Lichtbrechung. Letztere macht, dass die sonst hellen Streifen dunkler contourirt hervortreten; die grössere Sprödigkeit erleichtert aber in hohem Grade die Spaltung in Fibrillen und erklärt, wie dieselbe in käuflichem Leder, das verschiedenen mechanischen Proceduren unterworfen worden ist, bis zur vollständigen Zerfaserung oder Verfilzung geführt hat. Ein Beweis, dass durch den chemischen Process des Gerbens ohne Zerrung die Fibrillen isolirt werden, kann hierin nicht gefunden werden. Dass vielmehr das Gerben an sich so wenig als die Extraction des Eiweissstoffes durch Kalk- oder Barytwasser über die Textur der Bindesubstanz Aufschluss giebt, folgt aus einer von Rollett selbst angeführten Beobachtung. Aufgequollenes, homogenes, nicht mehr spaltbares Bindegewebe behält nämlich, wenn es gegerbt wird, seine Eigenschaften, es wird in aufgequollenem Zustande in eine spröde Masse verwandelt, gerade wie das gewöhnliche Bindegewebe im spaltbaren Zustande. Wenn Rollett hieraus den Schluss zieht, dass das Leder solcher stark getriebener Häute, wie es im Handel manchmal vorkommt, nicht zu solchen Untersuchungen ver-

wendbar sei, dürfte man wohl richtiger hieraus entnehmen, dass man mit der Untersuchung des Leders überhaupt nicht weiter kommt, als wenn man frisches und aufgequollenes Bindegewebe sich ansieht. Denn beide Lederarten verhalten sich ja zu einander, wie frisches und aufgequollenes Bindegewebe, sie lassen sich also ebenso für wie gegen präformirte Fibrillen anführen, können aber nicht für die eine oder andere Ansicht den Ausschlag geben.

Was Rollett über die Beschaffenheit der äusseren Coriumschicht und der Papillen aus der Untersuchung gegerbter Häute folgert, das erledigt sich damit, dass er selbst zugiebt, mit den Präparirnadeln lasse sich diese Grenzschicht nur sehr schwer in Fragmente von ähnlichen Texturelementen, wie sie in der tieferen Schicht des Corium vorkommen, zerlegen. Wenn über die Existenz präformirter Fibrillen da gestritten werden kann, wo sie doch mit grösster Leichtigkeit isolirt sich darstellen lassen, so ist es schwer zu begreifen, wie eine faserige Zusammensetzung da vorausgesetzt werden kann, wo nicht einmal eine künstliche Spaltung gelingt; wie ferner von einer „Auffiechtung der Coriumbündel in der äusseren Schicht des Coriums, von einer Webung der Oberfläche der Lederhaut, von einer Bildung der Papillen durch Ausbiegen der Coriumfasern“ da die Rede sein kann, wo sich Nichts dafür anführen lässt, als eine feine Streifung in einer nicht mehr zerlegbaren Substanz. In dem Uebergang der tieferen Coriumschicht in den Papillarkörper können wir nichts als eines jener zahlreichen histologischen Beispiele sehen, wo eine leicht spaltbare, fibrilläre Grundsubstanz gegen die Oberfläche hin in eine nicht mehr spaltbare homogene Grenzschicht continuirlich übergeht, welche da, wo sich Gefässschlingen, wie in den Papillen, in sie hinein erstrecken, noch eine leichte Streifung zeigt. Dass eine homogene, eine gestreifte und eine den Streifen entlang spaltbare Grundsubstanz continuirlich und allmählig in einander übergehen können, ist eine Thatsache, auf welche sich gerade die Reichert'sche Auffassung der Bindesubstanz von jeher stützte. Das Vorkommen einer homogenen Grundsub-

stanz hat Rollett aber nicht widerlegt; und selbst der Nachweis irgendwo präformirter Fibrillen würde nicht berechtigen, jene Ansicht anzugreifen, noch weniger genügen, sie umzustossen.

Unter den Mitteln, welche über die Textur der Bindesubstanz Aufschluss geben sollen, führt Rollett auch die Essigsäure, die verdünnte Salzsäure und das kochende Wasser an. Es sind dieselben, auf welche sich diejenige Ansicht, welche die Faserigkeit des Bindegewebes in Abrede stellt, von jeher berufen hat. Rollett glaubt aber die Erscheinungen zu Gunsten präformirter Fibrillen auslegen zu müssen. Er stellt die Behauptung auf, dass das Bindegewebe durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure nur scheinbar in eine structurlose Substanz umgewandelt sei, weil, wie längst bekannt, durch vorsichtige Neutralisation der Säure das Bindegewebestück wieder zusammenschrumpfe und die Streifung wiederkehre. Mit demselben Recht lässt sich behaupten, die durch Kalk- und Barytwasser dargestellten Fibrillen sind nur scheinbar, weil sie beim Trocknen wieder verschwinden. Wäre bewiesen, dass durch Kalk- und Barytwasser oder durch übermangansaures Kali sich Fibrillen chemisch isoliren lassen, so müsste mindestens noch unentschieden bleiben, ob man mehr dieser Reihe von Reagentien oder der anderen, welche den homogenen Zustand herstellt, den Ausschlag geben will. Um aber zu erklären, wie bei angenommenen präformirten Fibrillen das Bindegewebe durch Essigsäure oder verdünnte Salzsäure aufquellen und homogen werden kann, nimmt Rollett dasselbe Argument zu Hülfe, das er benutzt hatte, um zu beweisen, dass durch Kalk- und Barytwasser die Fasern isolirt werden. Salzsäure zieht ebenfalls eine geringe Menge von Eiweissstoffen aus. Der nothwendige Schluss aus der Thatsache, dass sowohl Kalk- und Barytwasser, welche eine Spaltung begünstigen, als Salzsäure, welche die Spaltbarkeit aufhebt, eine Eiweisssubstanz extrahiren, scheint der zu sein, dass die Abwesenheit dieser Substanz sich sowohl mit der spaltbaren als nicht spaltbaren Beschaffenheit verträgt, was mit der oben gegebenen Deutung übereinstimmt.

Für die Erklärung des Vorgangs beim Aufquellen ist daher die Entfernung der Eiweissstoffe eben so unbrauchbar wie als Beweis für präformirte Fibrillen.[1] Warum das Bindegewebe durch Essigsäure u. s. w. aufquillt, wissen wir nicht. Die Thatsache aber, dass die gestreifte und spaltbare Sehnensubstanz beim Aufquellen ihre Streifen verliert und nicht mehr spaltbar ist, musste von jeher mit Recht gegen eine Erklärung der Streifen durch präformirte Fibrillen geltend gemacht werden. Rollett schliesst anders. Er bringt zuerst das Verschwinden der Längsstreifung mit der Extraction einer Eiweisssubstanz in eine Verbindung, die nicht existirt, und glaubt dann den Vorgang des Homogenwerdens durch die Erklärung, die er ihm giebt, als Beweis für präformirte Fibrillen benützen zu können. Er sagt: die am frischen Bindegewebe vorhandene Längsstreifung kann beim Anquellen durch verdünnte Salzsäure nur verschwunden sein, weil sich die aufgequollenen und schwächer lichtbrechend gewordenen Formbestandtheile des Bindegewebes mit ihrer klebrigen Oberfläche in den jener Längsstreifung entsprechenden Durchgängen auf's innigste an einander gelegt haben. Dies ist eine reine Umschreibung des Vorgangs beim Aufquellen angewendet auf supponirte Fibrillen und Lücken zwischen denselben, also ein Beweis, wobei das zu beweisende vorausgesetzt ist. Ob eine solche Argumentation im Stande ist, Einen triftigen Grund, der gegen präformirte Fibrillen spricht, zu widerlegen, mag dahingestellt bleiben. Rollett nimmt aber in die oben angeführte Erklärung des Aufquellens und Homogenwerdens die Annahme von Lücken oder, wie er es nennt, Durchgängen zwischen den Fibrillen auf. Die Existenz derselben ist ebenso ein Gegenstand des Streites wie die der präformirten Fibrillen selbst. Sind aber jene zu be-

---

1) Diess giebt Rollett selbst zu, wenn er schliesslich sagt, dass man die Veränderung mikroskopischer Objecte durch derlei Reagentien häufig nicht in einer ganz einfachen Weise absehen kann; und dass das oft erwähnte Homogenwerden eines faserigen Bindegewebes und Faserigwerden eines homogenen Vorgänge sind, deren Beurtheilung ganz eigenthümliche Schwierigkeiten in sich schliesst.

weisen, so müssen diese zugegeben werden. Man könnte erwarten, dass Rollett vielleicht für das Vorhandensein dieser Lücken neue Gründe vorbrächte. Das Einzige aber, was er überhaupt dafür vorbringt, ist nicht etwas Neues, sondern die schon vielfach, besonders von Kölliker in diesem Sinne benutzte Erscheinung des Sehnenquerschnitts, zu welcher er schliesslich seine Zuflucht nimmt. Die punktförmige Zeichnung auf dem Sehnendurchschnitt wird nach Rollett hervorgebracht durch feine in ziemlich regelmässigen Abständen auftretende Lücken, von welchen weiter gesagt wird, dass sie wahrscheinlich den Kreuzungspunkten der zwischen den faserigen Elementen des Bindegewebes vorhandenen Durchgänge entsprechen. Da Rollet selbst keine weiteren Gründe für diese nicht ihm angehörige Deutung vorbringt und überdies die Richtigkeit oder Unrichtigkeit derselben schon vielfach discutirt ist, so dürfte es überflüssig sein, hierauf noch näher einzugehen.

Rollett hat seine Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes auch auf die Cornea ausgedehnt; nur hier statt des Kalk- und Barytwassers ausschliesslich des übermangansauren Kali's als Lockerungsmittel sich bedient. Er fand, dass die Hornhautsubstanz sich ganz ähnlich verhält, wie es ihm gelungen, vom Bindegewebe der Sehne und des Corium nachzuweisen. Für die Hornhaut hebt Rollett besonders hervor, dass man den bisher angenommenen lamellösen Bau, der ihm von anderen Bindesubstanzgebilden unbekannt scheint, nunmehr durch ein faseriges Gefüge zu ersetzen habe. Denn nach Einwirkung des übermangansauren Kali's gelingt es, quadratische Hornhautstücke durch Hin- und Herschütteln also aus einander zu waschen, dass sie zu einem Haufen gestreifter Bänder werden, welche sich schliesslich den parallelen Streifen entlang in feine Fasern spalten lassen. Wie man sieht, kommt hier die Frage, ob man es mit präformirten Fasern zu thun habe, nicht in Betracht, da Rollett zugiebt, dass sich die Fasern nur durch Zerfaserung der den Streifen entlang spaltbaren Bänder gewinnen lassen; und dies stimmt vollkommen mit der von Reichert von jeher

gegebenen Definition der fibrillären Beschaffenheit überein, wonach sie in nichts Anderem als in einer den Streifen entlang gestatteten Spaltung gestreifter Bindesubstanzschichten besteht. Die Möglichkeit aber, aus der Hornhaut des Menschen oder des Ochsen solche gestreifte Bänder durch übermangansaures Kali darzustellen, wovon man sich sehr leicht überzeugen kann, dies wird von Rollett als Beweis angeführt, dass die Hornhaut überhaupt nicht lamellös sondern faserig sei. Wirft man sich die Frage auf, wie muss sich ein Hornhautstückchen, das aus Lamellen besteht, unter dem Mikroskop präsentiren, wenn seine Structur durch chemische oder mechanische Mittel gelockert ist, so ist die einzig mögliche Antwort, es muss in Bänder zerfallen, deren Breite der Dicke des Querschnitts entspricht. Wie Rollett die Zerlegbarkeit eines Hornhautquerschnitts in Bänder als Beweis gegen eine lamellöse Structur vorbringen kann, ist hiernach nicht zu begreifen. Wir kennen vielmehr bis jetzt kein besseres Mittel, um Lamellen in der Hornhaut zur Anschauung zu bringen, als die Behandlung derselben mit übermangansaurem Kali und finden den Grund in der schon angegebenen Erklärung, dass durch dieses werthvolle Reagens die Structur der Bindesubstanzgebilde überhaupt gelockert wird. Vielfach und gegen die Oberfläche hin constant zeigen die Lamellen eine ganz homogene oder leicht granulirte Beschaffenheit. Wenn die dargestellten Bänder oder Lamellenstücke in den tieferen Schichten gestreift sind und den Streifen entlang sich bei verschiedenen Thierclassen leichter oder schwerer spalten lassen, so sehen wir darin einen Grund zu der Annahme, dass die die Lamellen bildende Bindesubstanz eine wenn auch im frischen Zustand weniger hervortretende fibrilläre, das heisst gestreifte und spaltbare Beschaffenheit hat. Wenn diese Zerfaserung endlich an der mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhaut leichter ist als im frischen Zustande, so finden wir das nicht auffallend, weil isolirte Lamellen, von denen jede eine Spaltrichtung senkrecht zu ihrer Oberfläche hat, sich leichter spalten lassen müssen, als viele zusammenhaftende, deren Spaltrichtungen verschie-

den sind, sich also zum Theil aufheben. Worauf es ankommt, ist, dass die hergestellten Fasern sich nicht einzeln durchflechten, nach Art eines Mattenwerks — nur in diesem Falle wäre die Hornhaut eine faserige zu nennen — sondern dass jede einer Lamelle angehört, durch Spaltung einer solchen entstanden ist. Dass aber jede Lamelle über die ganze Ausdehnung der Hornhaut nothwendig continuirlich sich fortsetzt und alle Lamellen genau der Oberfläche der Hornhaut parallel sind, ist bei dieser Betrachtung nicht vorausgesetzt, überhaupt in dem Begriff der lamellösen Structur nicht enthalten.

Die Hornhaut der Vögel soll sich nach Rollett wesentlich anders verhalten, als die anderer Thiere und des Menschen, indem sie aus innig verflochtenen Fasern bestehe, welche sich mit grosser Leichtigkeit isoliren lassen. Dass in der Hornhaut der Vögel eine deutliche, nach verschiedenen Richtungen gehende Streifung schon im frischen Zustande zu sehen, ist wohl bekannt. Was man an einer mit übermangansaurem Kali behandelten Vogelhornhaut mehr sieht, besteht in Folgendem. Man sieht, dass die durch regelmässige, parallele, etwas wellige Streifen begrenzten Abtheilungen sich nirgends einzeln durchflechten, sondern dass alle bei einer bestimmten Einstellung parallel laufenden Streifen einer Schicht angehören, aber die Streifen der über einander liegenden Schichten sich unter rechten Winkeln kreuzen.[1]) Man sieht ferner, dass eine Spaltung den Streifen entlang sehr leicht eintritt und oft schon durch den Schnitt mit dem Messer herbeigeführt ist. Senkrechte Schnitte geben über das Verhalten gar keinen Aufschluss, weil man hier nur verfilzte Fasern zu sehen bekommt, wie Rollett sie abgebildet hat. Flächenschnitte, mit einem möglichst scharfen Messer geführt, zerstören nur die getroffenen Schichten in ihrer Textur, und lassen zwischen den hierdurch entstandenen Lücken die tieferen Schichten des Schnittchens im unversehrten Zu-

1) Ungefähr wie Meridiane und Parallelkreise an einer zur Kugel ergänzten Hornhaut.

stand beobachten; hier stösst man auf ganz homogene Lamellen, welche nur gegen den Rand des Schnittchens faserig ausgeschlitzt sind. In den oberflächlichsten Schichten der Hornhaut sind sie auch das nicht. Eine nach Behandlung mit übermangansaurem Kali getrocknete Vogelhornhaut hat den hohen Grad der Spaltbarkeit, den ihre Lamellen im feuchten Zustand besitzen und der die Herstellung des unversehrten Zustandes erschwert, vollkommen verloren, und zeigt nur noch die gewöhnliche lichte Streifung. Dass eine lamellöse Structur in der Hornhaut der Vögel so wenig als in der von anderen Thieren fehlt, ergiebt sich aus dem Gesagten. Vergleicht man sie mit einer menschlichen, so findet man den einzigen Unterschied, dass die Lamellen der Vogelcornea einen höheren Grad der Spaltbarkeit besitzen, eine ganz gewöhnliche Variation in der Substanz des Bindegewebes, und dass die Richtung der Spaltbarkeit in den einzelnen Lamellen regelmässig um 90 Gr. wechselt. Während in der menschlichen Cornea die chemisch-mechanische Zerlegung zunächst auf homogene Lamellen führt, welche erst nach weiterer Einwirkung spaltbar sind, ist in der Vogelhornhaut derselbe Eingriff, der nöthig ist, um Lamellen sichtbar zu machen, schon genügend, um jede Lamelle in Fasern zu spalten. Die Folge ist, dass die Hornhaut direct in nichts als Fasern zu zerfallen scheint. Die Anwesenheit der Lamellen äussert sich nur noch in der schichtweise verschiedenen Richtung der Spaltbarkeit. Denkt man sich dieselbe in einem Bindesubstanzgebilde in allen Lamellen gleich, so wären Lamellen überhaupt nicht mehr nachweisbar, obgleich vielleicht an dem Zustandekommen der fibrillären Beschaffenheit betheiligt; wir hätten das, was an einem einzelnen Sehnenstrange unter dem Mikroskop zu sehen ist. Was hier unentschieden, ist an der Hornhaut der Vögel wie der Säugethiere evident, durch die Rollett'schen Untersuchungen nicht bloss nicht widerlegt, sondern bestätigt. Anstatt der Hornhaut der Vögel eine vergleichend-histologisch interessante Ausnahmsstellung einzuräumen, dürfte es vorläufig richtiger sein, sie mit den Hornhäuten anderer Thiere zusammen zu

stellen, von der sie nur durch den Grad der Spaltbarkeit ihrer Bindesubstanz in der Textur sich unterscheidet, und in ihr ein schlagendes Beispiel zu sehen, wie durch eine Schichtung nach verschiedenen Richtungen spaltbarer Lamellen der täuschende Schein eines faserigen Flechtwerks zu Stande kommt.

Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien.

Von

N. Lieberkühn.

(Hierzu Taf. IX., X. und XI.)

Dujardin berichtet in seinem Aufsatze über die Spongien (Observations sur les éponges et en particulier sur la spongille. Annales des Sc. nat. Sér. II., Tome X., S. 6. 1838), in welchem er darzuthun sucht, dass die äusseren Theile derselben aus Monaden, die inneren aus amöbenartigen Wesen bestehen, Folgendes:

„Ueberraschende Resultate, zu überraschend vielleicht, wurden mir geliefert durch eine fleischige, weissliche, halbdurchscheinende, etwas gelatinöse Bildung, welche dem Druck widersteht und Plaques bildet auf der Basis von *Laminaria palmata*, an den Küsten von Calvados. Ich hatte diese Bildung zuerst für eine der zusammengesetzten Ascidien gehalten, welche an eben dem Orte so gemein sind. Als ich dieselbe aber sorgfältig untersuchte, konnte ich darin weder eine Spur von Gewebe entdecken, noch Kalkkrystalle oder Spicula. Ich sah darin absolut nichts Anderes als fleischige, unregelmässige und granulirte Kugeln von etwa $^1/_{25}$ Mm., welche nach Verlauf einiger Zeit ziemlich dünne Fortsätze von höchstens $^1/_{50}$ Mm. ausschickten und schliesslich von dehnbaren Fäden umgeben waren, die langsam ihre Form ver-

änderten. Diese Beobachtung zuerst im September gemacht, und dann im October wiederholt, liess mich an der thierischen Natur dieser Gebilde und an ihrer Verwandtschaft mit den Spongien nicht zweifeln..... Es ist vielleicht vorzeitig, einer Substanz einen Namen zu geben, welche so wenig zoologische Charactere bietet; wie jedoch alle spongienartigen Gebilde in diesem Falle sind und ihre Classifikation eine vollständige Reform erfordert, so möchte ich vorschlagen, unsern neuen Typus *Halisarca* zu nennen."

Johnston stellt die *Halisarca* als besondere Gattung neben *Tethya*, *Halichondria*, *Spongilla* u. s. w. und führt als einzige Species *Halisarca Dujardinii* an. Er fand sie ebenfalls an Laminarien und sah auf ihrer Oberfläche kleinere und grössere Flecke und ist der Ansicht, dass wenn letztere einige Verwandtschaft mit den Poren der wahren Spongien haben, die grösseren Flecke den Ausströmungslöchern entsprechen möchten. (British Sponges S. 192.)

Es geht aus Dujardins Beobachtungen zwar nicht hervor, dass das von ihm beschriebene Gebilde zu den Spongien gehört, weil er die Charactere der Spongien: die mikroskopischen verschliessbaren Löcher auf der äusseren Haut, die Wimperapparate, die Ausströmungsöffnungen nicht gefunden hat. Da jedoch wirklich Spongien existiren ohne Horn, Kalk- oder Kieselskelet und Dujardin solche wohl vor sich gehabt hat, so behalte ich den Namen *Halisarca* bei.

Ich fand *Halisarca* in Helgoland an der unteren Fläche von grossen Steinen, welche während der Ebbe entweder ganz frei von Wasser werden oder unmittelbar unter der Oberfläche desselben liegen. Sie bildet einen ein Paar Linien dicken Ueberzug von $^1/_2$ bis 2 Zoll im grössten Durchmesser und hat eine runde oder unregelmässige Gestalt. Die Farbe ist weisslich grau und heller als der meisten anderen bekannten Schwämme. Auf der Oberfläche der undurchsichtigen Masse sieht man oft ein verzweigtes System von Streifen, die, zu einem oder wenigen grossen Stämmen vereint, in die etwas über die Oberfläche des Thieres hervorragende Ausflussröhre ausmünden, welche auch schon mit blossem

Auge zu erkennen ist. Zur weiteren Beobachtung eignen sich namentlich die kleineren Exemplare. Man kann dieselben mit einem Messer ohne bemerkbare Verletzung vom Steine ablösen; wirft man sie alsdann sogleich in ein Gefäss mit vielem Seewasser, so bleiben sie häufig am Leben. Es gelang bei wiederholtem Wechsel des Wassers sie mehre Tage lebend zu erhalten. Bisweilen bleiben sie in derselben Form, welche sie ursprünglich hatten, in anderen Fällen verändern sie dieselbe; sie werden fast kuglig oder eiförmig und sind von vielen tiefen Furchen durchzogen, welche ihnen eine warzige Oberfläche verleihen; die einzelnen Hervorragungen haben eine sehr verschiedene Grösse von $^1/_2$ bis zu mehren Linien in der Breite. Bringt man eine solche Spongie in einen kleinen Glasnapf mit Seewasser und beobachtet sie bei schwacher Vergrösserung, so fällt zunächst die überall gleichmässig glatte Oberfläche ohne jede Hervorragung von Spicula oder Hornfasern auf, welche man sonst bei den Schwämmen wahrnimmt. Die Ausflussröhre hat fast ganz das Ansehn wie bei den Spongillen und ist ebenso durchsichtig; nirgends ist sie von Nadeln oder Hornfasern gestützt. Wo sie aus dem Körper hervortritt, erblickt man zunächst unter der äusseren Haut äusserst kleine, runde, scharf begrenzte Flecken, welche auch an anderen durchscheinenden Stellen des Thieres in die Augen fallen; sie sind in so grossen Massen vorhanden, dass sie sich zu berühren und den Hauptbestandtheil des Körpers auszumachen scheinen; nur an einzelnen Stellen steht die durchsichtige äussere Haut so weit von ihnen ab, dass eine grosse Höhle zwischen ihr und dem Körperparenchym gebildet wird, in welches hin und wieder Kanäle hineinführen. Aus der Ausflussröhre sieht man bisweilen kleine Körperchen hervortreten und weit fortgeschleudert werden; sie ähneln den Schleimstückchen, welche oft auch von den Spongillen ausgeworfen werden und auch aufgenommene Carminkörnchen beim Austritt umschliessen.

Bei denjenigen Exemplaren, welche nach der Ablösung von den Steinen sich nicht unregelmässig contrahiren, sondern die glatte Oberfläche beibehalten, sieht man, dass die

oben erwähnten Streifen Canäle sind, die, mit mehr oder weniger grossem Lumen versehen, zur Ausflussröhre hinführen und sich vorher zu einem oder einigen grösseren Kanälen vereinigen.

Wenn man starke Vergrösserungen anwendet, was am zweckmässigsten so geschieht, dass das durch eine gefensterte Kappe geschützte Objectiv ins Wasser getaucht wird, ohne die Spongie zu berühren, so gewahrt man Folgendes: auf der ganzen äusseren Haut und auf dem röhrenförmigen Fortsatz stehen mehr oder weniger von einander entfernt kuglige oder ovale Conglomerate äusserst stark lichtbrechender Körnchen, wie Zellenkerne, in dem durchsichtigen, keine Structur zeigenden Gewebe. Die Contouren der in der Ausflussröhre endenden Haut sind ungleich schärfer und bestimmter, als an derselben Stelle bei den Spongillen; die Dicke ist verschieden, je nach dem Contractionszustande. Ueber die Haut hervorragende Nadeln oder Fasern finden sich nirgends vor. Zwischen den Körnchenconglomeraten erscheinen in den verschiedensten Entfernungen von einander die Einströmungslöcher von kreisförmiger oder elliptischer Gestalt. Sie führen in die Körperhöhle ein, gerade so wie bei den Spongillen. Wenn die Spongie eine Zeit lang stark hin und her bewegt wird, oder bisweilen auch, ohne dass dies geschieht, schliessen sich die Oeffnungen äusserst langsam zu, um sich nach einiger Zeit wieder zu öffnen; es liess sich jedoch nicht entscheiden, ob es genau an derselben Stelle geschah, ob es also vorgebildete Oeffnungen sind oder nicht. Stellt man den Focus etwas tiefer auf die Substanz des Thieres ein, so treten die dicht an einander gedrängten Wimperapparate klar hervor. Sie sind meist von nahezu kugeliger Gestalt und bestehen aus einer einfachen Lage von kleinen Wimperzellen, deren ziemlich lange Wimpern in das Innere des Hohlraums hineinragen. Sie sind öfters hinreichend durchsichtig, um die schwingende Bewegung der Fäden wahrnehmen zu lassen. An verschiedenen Stellen verlaufen auch, wie bei den Flussschwämmen, Canäle von mannichfaltigem Durchmesser aus der unter der äusseren Haut gelegenen Höhle in das

Innere des Körpers, deren Endigung ich bei dieser Abtheilung der Spongien nicht erkannte.

Die Halisarken setzen beim Zerreissen einen äusserst geringen Widerstand entgegen. Die Körpersubstanz zieht sich dabei öfters in lange durchsichtige Fäden wie zäher Schleim. Die kleinsten Stücke, welche man dabei erhält, besitzen noch nicht die Grösse der Spongillenzellen, zeigen aber dieselben Bewegungsphänomene, was bereits Dujardin beobachtet hat. Kerne und Kernkörper wurden noch nicht beobachtet. Viele enthielten schwach lichtbrechende Körnchen in ihrem Inneren, andere etwas kleinere, die vorhin erwähnten stark lichtbrechenden Körnchen. Die Wimperzellen, welche theils vereinzelt sind, theils in Gruppen zusammenhängen, setzen noch eine Zeit lang ihre Bewegungen fort.

Die Hornspongien

sind lebend noch nicht genauer untersucht. Was darüber mitgetheilt ist, bezieht sich nur auf das Skelet. Johnston stellt die Existenz der Hornspongien ganz in Abrede und meint, dass sich überall Nadeln innerhalb der das Gerüst bildenden Fäden vorfänden. Die in seinem Werk unter der Gattung Spongia zusammen gestellten Arten haben in der That ein Skelet, das aus Hornfäden mit eingelagerten Kieselnadeln besteht. Das mikroskopische Verhalten beschreibt Bowerbank in den Transactions of the Microscopical Society of London. Vol. I. 1844 p. 32. Das Skelet besteht nach ihm bei *Spongia officinalis* aus einem Netzwerk von ziemlich gleich dicken Hornfäden, welche in ihrem Inneren keine Spur einer Höhlung zeigen. Auf ihrer Oberfläche befinden sich häufig feine, das Licht stark brechende Körnchen, welche die Anfänge der Gemmulae sein sollen. An einigen Stellen kommen längere nicht so vielfach anastomosirende Fibern vor, in deren Centrum hier und da Spicula von verschiedener Anzahl eingebettet sind." In einer anderen der *Spongia officinalis* äusserst ähnlichen Hornspongie beschreibt Bowerbank innerhalb der Hornfibern äusserst feine, mit selbständigen Wandungen versehene, vielfach verzweigte Röhren,

welche meist parallel der Axe der Hornfibern verlaufen. Innerhalb dieser Röhren sah Bowerbank öfters kleine Kügelchen, welche er für etwas den Blutkörperchen höherer Thiere Analoges erklärte. Sie hatten höchstens einen Durchmesser von $^1/_{1500}$ Linie; der Diameter der sogenannten Gefässe betrug $^1/_{835}$ Linie, während die Hornfiber $^1/_{18}$ Linie dick war. In demselben Aufsatz bestätigt Bowerbank die Existenz einer Hornspongie mit röhrenförmigen Fibern, welche Grant als *Spongia fistularis* beschrieben hatte. Eine besondere Gattung sollen nach Johnston diejenigen Hornschwämme bilden, welche innerhalb ihrer Fäden Sandtheilchen enthalten. Bowerbank hatte diese Erscheinung bereits bemerkt und die Körperchen als von aussen aufgenommen angesehen, so dass sie nichts den Kiesel- oder Kalknadeln Analoges wären, da diese von der Spongie selbst hervorgebracht würden.

Ehrenberg erkannte die Doppelbrechung der Hornfäden. Vergleiche Monatsberichte der Akad. 1848. Quekett beschreibt in seinen Lectures on Histology 1852 mehrere Arten Hornschwämme und bildet auch das Gerüst von *Spongia fistularis* ab, welche er zu einer besonderen Gattung unter dem Namen *Verongia* erhebt. Der Verfasser des den schweizerischen mikroskopischen Präparaten beigegebenen Textes erklärt die hornigen Fasern des Badeschwammes für die Verdauungsorgane, weil er in denselben Polythalamienschaalen und ähnliche Körper fand, wie sie in den Verdauungsorganen der Holothurien vorkommen.

Das chemische Verhalten der Hornsubstanz der Schwämme ist von Crookewitt, Posselt, Vogel, Schlossberger und Anderen untersucht. Die älteren Untersuchungen kamen darauf hinaus, dass die Schwammsubstanz identisch sei mit dem eigenthümlichen Proteinstoff der Seide, bis neuerdings Schlossberger in dem Nickeloxydulammoniak ein specifisches Reagenz auf Seide gefunden und vermittelst desselben gezeigt hat, dass beide von einander verschieden sind. Während sich nämlich die Seide in dem Nickeloxydulammoniak auflöst, ist die Faser der Schwämme darin unlöslich. (Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 108, Hft. 1, S. 62.)

Die nachfolgenden Arten der Hornschwämme sind von mir im verwichenen Herbst bei Venedig und Triest beobachtet worden. Die Bestimmung derselben hat grosse Schwierigkeiten, da die bisherigen Beschreibungen ohne Hülfe optischer Instrumente gemacht sind. Eine Zusammenstellung der häufig bei Venedig vorkommenden Spongiaceen findet sich in Georg von Martens Reise nach Venedig 2. Theil 1824, S. 534—538. Dieser Autor hatte die grosse Güte, mir Exemplare der von ihm bestimmten Schwämme zu übersenden; unter ihnen ist ein Hornschwamm, nämlich *Spongia tupha Pallas.*

Ich behalte für die Hornschwämme den Namen *Spongiae* als Familiennamen bei; es sind mir bis jetzt 2 Gattungen bekannt geworden. Zu der einen gehören der Badeschwamm und diejenigen Arten, deren Gerüst aus nahezu gleich dicken soliden hornigen Fäden besteht. Ich nenne sie *Spongia.* Die andere Gattung hat das charakteristische Merkmal, dass ihr Skelet ausser stärkeren Fibern zahllose äusserst feine geknöpft endigende Fäden enthält, welche von den Fibern auslaufen. Für diese Gattung schlage ich den Namen *Filifera* vor.

Von Martens beschreibt *Spongia tupha* folgendermassen: „eine unförmliche Masse überzieht die Steine im Grunde des Canals (Canale grande Venedigs); aus dieser steigen viele Aeste auf, welche zum Theil zugespitzt, zum Theil stumpf enden, die meisten aber wie abgeschnitten und etwas flach zusammengedrückt. Diese Aeste sind borstig oder rauh durch die Spitzen der Bündel von hornartigen Fäden, welche aus der Gallerte hervortreten und ihr eine knotige Oberfläche geben. Das Ganze ist weich wie Werg und hat einen starken, beinahe bisamähnlichen Geruch. Die Farbe ist die trockener Erde oder graugelblich. Der Schwamm ist zähe mit starken anastomosirenden Fibern, schlüpfrig, aber ohne einen Saft von anderer Farbe. Das Gerippe ist grob und sehr borstig."

Um den Bau von *Spongia tupha* genauer beobachten zu können, befolgte ich die bei den Spongillen von mir angewandte Methode. Ich legte ausgeschnittene Stücke von etwa $^1/_2$

Linie Dicke und einigen Linien Breite in einen Glasnapf, der auf den Tisch des Mikroskopes gestellt werden konnte, und brachte den Napf in ein grosses mit Seewasser gefülltes Gefäss. Schon am dritten Tage sassen einige Exemplare auf dem Glase fest. Sie erschienen dem blossen Auge als durchscheinende, nur in der Mitte undurchsichtige, mit einigen stumpfen Fortsätzen versehene, scheibenförmige Gallertstücke. Bei schwacher Vergrösserung sah man einige, das Licht stark brechende Fasern, welche sich netzförmig durch den inneren Theil des Körpers verbreiteten. An einigen Stellen ragten Spitzen der Fäden nach oben über den Körper der Spongie heraus. Der Rand des Körpers war von diesen Fäden frei. Es ist dies das Horngerüst. Sowohl am Rande des Körpers als auch in der Mitte desselben bemerkt man andere, meist viel dünnere, nach den Rändern zu gewöhnlich dünn auslaufende Streifen des weichen Körperparenchyms. Ueber den ganzen Körper hin erstreckt sich eine dünne Haut, welche in der kegelförmig sich erhebenden Mitte des Körpers von einer Oeffnung durchbrochen ist; es ist dies das Ausströmungsloch.

Bei stärkerer Vergrösserung nimmt man rings am Rande zahllose kleine kreisförmige oder elliptische Oeffnungen in der äusseren Haut wahr, welche den, bei den Spongillen von mir beschriebenen Einströmungslöchern entsprechen. Man erkennt jetzt, dass sowohl der in das Wasser hineinragende freie Theil der äusseren Haut, als auch der am Glase fest sitzende Theil derselben aus zelligen Gebilden besteht. Die in der Höhle zwischen beiden in grösseren oder geringeren Abständen von einander verlaufenden, öfters von der Mitte des Körpers deutlich bis zum Rande verlaufenden Parenchymbalken zeigen die gleiche Zusammensetzung, erscheinen aber dann bloss streifig, wenn die zelligen Gebilde sehr in der Längsrichtung ausgedehnt sind. Es ist hier schwierig zu sagen, wie weit die Grenzen der Zellen sich in der möglichst ausgedehnten vom Körper weit abstehenden äusseren Haut erstrecken. Man sieht kuglige, scheibenförmige, unregelmässige,

mit mehr oder weniger langen Fortsätzen versehene Körperchen, die sich am besten mit manchen Formen der Bindegewebskörperchen des embryonalen Bindegewebes vergleichen liessen und sich wie diese in dem durchsichtigen Gewebe scharf absetzten. In einigen erkennt man einen deutlichen lichten Kern mit einem das Licht stärker brechenden Kernkörperchen. Rings um ersteren und oft auch in den Fortsätzen finden sich kleine das Licht stark brechende Körnchen. Wenn die äussere Haut sich contrahirt, indem z. B. ein stumpfer Fortsatz eingezogen wird, so erscheint der Körperrand deutlich zellig: die Wandungen der einen Zelle gränzen unmittelbar an die der benachbarten, die ganze Haut wird dicker und verliert an Durchsichtigkeit. Bei manchen Contractionszuständen lassen sich weder Kerne noch Zellengränzen unterscheiden, in anderen sind die Zellen am Rande des Körpers vorwiegend nach einer Richtung ausgedehnt und stehen mit ihrer Längsachse fast senkrecht gegen die Peripherie. Gleichzeitig kamen eigenthümliche Zellenanhäufungen in einiger Entfernung vom Rande vor, in denen die Zellen dicht an einander gedrängt und deutlich abgegrenzt lagen, während in der Substanz zwischen den einzelnen Gruppen keine Zellengrenzen zu erkennen waren.

Die Wimperapparate wurden bei den untersuchten Exemplaren erst sichtbar mittelst Aufnahme von Karmin. Als solches dem Wasser zugesetzt wurde, in welchem sich die Spongie befand, wurde es durch die Poren eingesogen und gelangte durch die grosse Höhle unter der äusseren Haut schnell in die Wimperapparate, in denen es haften blieb. Die letzteren kamen nun in dem mittleren Theile des Körpers rings um die Ausflussöffnung zum Vorschein. Es wurden ihrer etwa 10 sichtbar; sie hatten eine nahezu kuglige Gestalt und waren weit grösser als die bei den Spongillen, indem sie ungefähr $^{1}/_{10}$ Mm. im Durchmesser erreichten; sie setzten sich durch die rothe Farbe ihrer Wandungen bestimmt gegen das übrige Parenchym ab; einige lagen so dicht bei einander, dass sie sich zu berühren schienen, die anderen waren mehr oder weniger von einander entfernt. Nach Ver-

lauf einiger Stunden erschienen Karminkörnchen in dem aus der Ausflussöffnung strömenden Wasser und wurden, häufig von einer durchsichtigen schleimartigen Haut eingehüllt, mit grosser Heftigkeit ausgeworfen; sie gelangten aus den Wimperapparaten in einen unregelmässig gestalteten Hohlraum, welcher in die Ausflussöffnung ausmündete.

Die Contractionserscheinungen ähneln den bei den Spongillen beobachteten. Der ganze Körper dehnte sich sogleich nach der Festsetzung der Spongie nach allen Richtungen auf dem Glase aus. Die Bewegungen geschahen so langsam, dass die Substanz des Randes in einem Tage ungefähr um 1 Mm. fortrückte. Ebenso lange Zeit bedurfte es auch, ehe sie sich um ein gleiches Stück wieder zurückzog. Die Zellenbewegungen waren hierbei natürlich nicht direct sichtbar. Während dieser Bewegungen der äusseren Haut änderten auch die im Inneren liegenden Parenchymbalken vielfach ihre Gestalt; manche, die äusserst dünn waren, verdickten sich bis zu $^1/_{10}$ Mm. durch die nachrückenden Zellenmassen; ihre Endigungen in der äusseren Haut breiteten sich innerhalb derselben aus und verflossen so mit ihr, dass die Abgrenzung nicht mehr sichtbar war. Die Zellen waren dabei meist so in die Länge gezogen, dass das Gewebe faserig erschien. An einigen Stellen verdünnten sich diese Parenchymbalken wieder; es gleiteten die Zellen zum grossen Theil nach der undurchsichtigen Mitte des Körpers zurück und und es blieben nur dünne Fäden der Substanz übrig. Die Einströmungslöcher und die Ausströmungsöffnung schlossen sich zu wiederholten Malen, namentlich bei starken Erschütterungen des Glases; nur selten war die Bewegung hierbei direct sichtbar. Letzteres gilt auch von den dauernden Gestaltveränderungen in den mannichfaltigen Fortsätzen der oben beschriebenen zellenartigen Gebilde, welche wohl den von Busch bei Pigmentzellen der Frösche beschriebenen entsprechen.

Das zellige Gewebe von *Spongia tupha* ist weit schwieriger zerreissbar, als das der Spongillen. Unter den zerfaserten Theilen zeigten viele noch lange im Meerwasser andauernde Bewegungen; es liess sich nicht feststellen, in wie

weit man es mit unversehrten Zellen oder Stücken derselben zu thun hatte. Die Wimperzellen hängen beim Zerreissen oft zu mehreren zusammen; ganze Wimperapparate fanden sich dabei nicht vor. Die Bewegung der ziemlich langen Wimperhaare, deren jede Zelle eins besitzt, erlischt schnell.

Das Skelet der eben beschriebenen Spongie ist dadurch charakterisirt, dass die Maschen des Netzwerks eine sehr lang gezogene Form haben; es wird nämlich vorwiegend durch in der Längsrichtung verlaufende Fasern gebildet, die in weiten Abständen durch kurze Querfasern verbunden werden. Die Maschen sind meist so gross, dass sie leicht mit blossem Auge gesehen werden können, und ungleich grösser als die des Badeschwamms. Die grösste Dicke der Fibern beträgt $^1/_3$ Mm., es kommen aber auch weit dünnere vor, bis zu $^1/_{50}$ Mm.; ihre Endspitzen ragen bei der lebenden Spongie, meist noch von der äusseren Haut überzogen, kaum um $^1/_2$ Mm. über die Körperoberfläche hervor und stehen auch etwa in derselben Entfernung von einander ab, jedoch bleibt sich dies nicht ganz gleich bei allen Exemplaren. Die meisten Fasern erscheinen dem blossen Auge weisslich, manche glashell. Die ersteren sind mit fremden Körpern gefüllt. Betrachtet man sie unter dem Mikroskop, so erkennt man an den Rändern längsgestreifte, mehr oder weniger dicke Hornsubstanz, während in dem Inneren häufig dicht an einander gedrängte Körnchen liegen, die von Bowerbank, Quekett für Sandkörner erklärt worden sind; sie sehen denen äusserst ähnlich, welche auf dem Gehäuse vieler Difflugien vorkommen. Johnston hat aus der Anwesenheit solcher Körner ein Merkmal entlehnt, um eine besondere Gattung, *Dyscideia*, aufzustellen; es ist aber dies Kriterium dazu nicht ausreichend, da bei manchen Exemplaren derselben Art viele Fäden frei von den Körnchen sind und andererseits mir noch keine Hornspongie vorgekommen ist, wo sie sich nicht wenigstens in einzelnen Fibern vorfänden. Ihre Grösse erreicht bei *Spongia tupha* $^1/_{20}$ Mm., doch kommen auch weit kleinere vor. Sie ragen häufig über den Rand der Fiber hinaus, freilich von Hornsubstanz umhüllt, und verleihen der Faser ein

höckriges Ansehen. Johnston nimmt wohl mit Recht an, dass sie kein Product der Spongie sind, sondern nur von aussen hineinkommen. Es finden sich nämlich neben ihnen sicher von aussen eingedrungene Körper in grossen Massen vor z. B. Kieselnadeln und Kalknadeln verschiedener bekannter Schwammarten, Kalkgebilde aus der Haut von Echinodermen, Stücke von Polythalamienschaalen, Bacillarien u. s. w. Die sogenannten Sandkörner sind wirksam gegen polarisirtes Licht und lösen sich in Säuren leicht unter Aufbrausen auf; die Hornfaser erscheint alsdann voller Lücken, welche in ihrer Form den aufgelösten Körnern congruiren. Man findet die Körner so wie Bacillarien und andere fremde Körner häufig in dem zelligen Parenchym, namentlich auch in der äusseren Haut, wo sie rings von der gallertigen Substanz umschlossen liegen. Wie sie in die Hornfasern hineinkommen, ist nach den bisherigen Beobachtungen noch nicht festzustellen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Hornfasern mit dem Alter der Spongien dicker werden, was möglicherweise durch Anlagerung von ausgeschiedener Zellsubstanz geschieht. Bisweilen sieht man nämlich starke Fasern, welche nur am Rande solche fremde Körper führen, während das ganze Innere frei davon ist. Die Hornfibern von *Spongia tupha* zerfallen bei der Faserung mittelst Nadeln leicht in dünne durchsichtige Platten, die durch Faltung oft ein faseriges Ansehen annehmen.

Eine zweite Art

derselben Gattung kam mir während meines Aufenthaltes in Triest im vergangenen Herbst lebend zur Beobachtung. Sie ist nach den vorhandenen Hülfsmitteln nicht zu bestimmen. Sie lässt sich charakterisiren namentlich durch die Beschaffenheit des Skeletes. Sie kommt vor in kugligen und unregelmässigen Klumpen, mit geringen fingerdicken Hervorragungen. Die Farbe der Oberfläche ist auffallend dunkel, fast schwarz; die des inneren Körperparenchyms hellgelb. Auf der Oberfläche zeigen sich in unregelmässigen Abständen Oeffnungen von beinahe 2 Linien Durchmesser, welche die Enden eines vielfach verzweigten, den ganzen Schwamm

durchdringenden Canalsystems darstellen. Ueber die äussere Haut ragen die Endspitzen der Fibern bis zu einer Länge von $^1/_2$ Linie hervor und stehen verschieden weit, nämlich $^1/_2$ bis 2 Linien von einander ab. Die Maschen des Gerüstes sind weit grösser als die der vorigen Art; sie sind meist fast quadratisch und 1 bis 2 Linien weit. Die meisten Fasern sind glashell, etwas gelblich; manche zeigen in der Mitte einen dünnen, stark lichtbrechenden Streifen, der schon mit blossem Auge sichtbar ist und von kleinen Sandkörnern und anderen fremden Körpern herrührt, welche in weit geringerer Menge als bei *Spongia tupha* sich vorfinden. Die Dicke der Fasern erreicht $^1/_4$ Mm. und bleibt sich auf lange Strecken gleich; an manchen Stellen kommen aber auch weit dünnere Fasern vor. Bei starker Vergrösserung zeigen die Fasern eine deutliche Längsstreifung, welche sich gleichmässig über die ganze Faser erstreckt, nur in der Mitte findet sich in der Regel ein dünner Streifen vor, welcher fast zellig erscheint und an den Stellen, wo von einer Faser ein Zweig abgeht, sich gewöhnlich zu einem Dreieck ausbreitet. In manchen Fällen reichen die in den Fasern abgelagerten Kalkkörner bis in letzteres hinein. Die Fasern sind äusserst schwer zerreisslich und haben auf Durchschnitten einen fast concentrischen Bau, welcher die Ursache der Längsstreifung zu sein scheint. Auch das Körperparenchym ist schwer zerreisslich, man kann ziemlich grosse Stücke der äusseren Haut im Zusammenhang ablösen. Wenn man ein solches zerfasert, so erhält man sich noch eine Zeit lang bewegende Stücke, wie sie von anderen Schwämmen bereits beschrieben sind. In wenigen derselben fand sich ein kernartiges Gebilde, in vielen ein dunkles Pigment vor. Die Bewegungen der vereinzelten Wimperzellen erlöschen schnell in Seewasser.

Ein dritte Art

der Hornspongien, welche ich lebend aus dem adriatischen Meere bei Triest erhielt, lässt sich ebenfalls nicht nach den vorhandenen Werken bestimmen. Es kamen faustgrosse Exemplare zur Beobachtung; sie zeichnen sich durch eine äusserst unregelmässige Oberfläche aus, welche, um sie mit

etwas Bekanntem zu vergleichen, einer Anzahl dichtstehender Hahnenkämme ähnelt. Eine hahnenkammartige Hervorragung trägt wieder eine unbestimmte Menge zackiger Firsten, welche ungefähr 1 bis 2 Linien von einander abstehen und noch nicht 1 Linie hoch sind. Die Firsten sind von zweien Seiten plattgedrückt, nach Art der Rosendornen, und ungefähr $^1/_4$ Linie hoch. Die thierische Substanz überzog gleichförmig den grössten Theil des Schwammes und verleiht demselben eine gelblich graue Farbe. Nur an einzelnen Stellen und zwar da, wo der Stamm auf Steinen aufgesessen hatte, fehlte dieselbe und lag das Horngerüst frei zu Tage. Es bildet ein äusserst unregelmässiges Netzwerk, dessen Maschen die mannichfaltigsten Formen darbieten; viele sind so gross, dass man sie leicht mit blossem Auge erkennt, indem sie einen grössten Durchmesser von mehr als einer Linie erreichen; dazwischen liegen wieder andere, welche man nur schwierig ohne optische Instrumente erkennt. Die Dicke der sie bildenden Fasern ist ebenso verschieden; die dicksten erreichen etwa $^1/_8$ Mm., die feinsten messen ungefähr $^1/_{300}$ Mm.; es bilden aber keineswegs die dicken Fasern die grossen, und die dünnen die kleineren Maschen des Netzwerks, sondern dünne Fasern machen Maschen von 1 Linie in der grössten Ausdehnung und starke Fasern laufen oft so dicht neben einander her, dass sie sich fast berühren und die sie verbindenden Fasern so kurz sind, dass man nur eine einzige, mit Löchern versehene, Faser vor sich zu haben glaubt. Die meisten Fasern sind undurchsichtig und grau oder roth gefärbt. Diese Farben rühren von den innerhalb der Hornfäden liegenden fremden Körpern her. Wenn man nämlich die Fäden mit dem Mikroskop untersucht, so findet man darin die verschiedensten Gegenstände eingeschlossen, namentlich die schon bei *Spongia tupha* aufgezählten Kalkkörner, Bacillarienschaalen, Polythalamienschaalen, ganze und zerbrochene Kieselnadeln verschiedener Schwammarten und vor allen eine rothe Alge, welche bei einigen Exemplaren fast alle Fibern durchdringt und die Ursache der rothen Farbe derselben wird. Die Anordnung des Horngerüstes ist

dieselbe, mögen Algenfäden darin vorkommen oder nicht. Herr Alexander Braun hatte die Güte mir mitzutheilen, dass die Alge wohl zu den Florideen gehören möchte, dass aber eine mit der vorhandenen Verzweigung nicht bekannt sei; Hr. Dr. Pringsheim theilte letztere Ansicht und hielt es für wahrscheinlich, dass es sich um die bisher zu den Florideen gestellte Gattung *Callithamnia* handle, welche dadurch von allen anderen Florideen abweicht, dass sie aus Fäden besteht, wie sie bei den Süsswasseralgen vorkommen; darnach würde einzig und allein die Spongie die Art der Verästelung bestimmen und die Alge dieser nur folgen. Manche der Hornfasern sind von Algenfäden so dicht angefüllt, dass nur am äusseren Rande eine äusserst dünne Lage durchsichtiger Hornsubstanz am Rande sichtbar ist; in anderen Fällen stehen die Algenfäden so weit auseinander, dass man zwischen ihnen die Hornsubstanz, welche sie zusammenhält, erkennt; bisweilen liegen neben den Algenfäden auch noch kleine Kalkkörner. Nicht selten enthalten die Hornfasern gar keine fremde Substanzen; sie sind dann ganz durchsichtig und zeigen eine regelmässige Längsstreifung. Merkwürdig ist das Verhalten derselben in den über die Oberfläche des Körpers hinausragenden Spitzen; die fast cylindrische, öfters durch die darin enthaltenen fremden Körper höckrige Faser, läuft in eine oder mehrere dünne, ganz unregelmässig gestaltete Platten aus, die eine grosse Masse von Kieselnadeln, Kalkkörnern enthalten und schliesslich so zart werden, dass man nur Anhäufungen von Nadeln und Körnern vor sich zu haben glaubt, und in der That gelingt es bei manchen der letzteren durchaus nicht, noch darüber fortlaufende Hornmasse zu erkennen.

Das Skelet ist, wie überhaupt der ganze Schwamm, leicht zerreisslich. Unter den abgerissenen Stücken finden sich grössere, welche eine scharfe Contour haben und eine Art von zelligem Gefüge erkennen lassen. Die kleineren Stücke enthalten meist einige stärker und schwächer lichtbrechende Körner in ihrem Inneren und zeigen die gewöhnlichen Bewe-

gungen. Die Schwingungen der Wimperzellen erlöschen schnell im Seewassser.

Von den eigentlichen Badeschwämmen, *Spongia officinalis*, kam im Meere bei Triest kein Exemplar vor; es stand mir nur ein in Spiritus aufbewahrtes vom hiesigen Museum zur Verfügung; die Weichtheile desselben befinden sich jedoch in einem zur Untersuchung nicht mehr geeigneten Zustande. Das Skelet liegt an den meisten Stellen frei zu Tage und hat ganz das bekannte Aussehn; seine Fasern sind weit dünner als die der vorher beschriebenen Hornspongien und weichen in ihrer Dicke weit weniger von einander ab. Charakteristisch sind die auf der Oberfläche hervorragenden, auch bei den in Gebrauch befindlichen Schwämmen noch vorhandenen mit blossen Augen schon sichtbaren Spitzen; es sind dies nämlich die Enden der Hornfasern, welche hier in grosser Anzahl öfters bis zu 10 kegelförmig zusammenlaufen, theilweise sich etwas verdünnend. Die Substanz der Spitze weicht von der der gewöhnlichen Faser in ihrem Aussehen ab; sie ist rauher, enthält überwiegend fremde Körper z. B. Kieselnadeln verschiedener Arten von *Halichondria*, ganz und in Bruchstücken, welche sonst in den Fasern nur selten vorkommen. Unter den an der Spitze auslaufenden und sich hier in der Substanz derselben verlierenden Fasern zeichnet sich eine durch ihre erhebliche Dicke und unregelmässigere Oberfläche aus; es ist dies diejenige, von der die äusserste Spitze nur das Ende bildet; sie lässt sich weit in das Innere des Skeletes hinein verfolgen. An dem unteren Theile des Schwammes, womit er festsass, hat er eine fast rothgelbe Farbe; es sind hier die Fasern mit vielen kleinen, stark lichtbrechenden, gelblichen Körnern belegt, welche an manchen Stellen so dicht liegen, dass sie sich unter einander berühren, an anderen aber nur vereinzelt vorkommen. Sie liegen fast durchweg in der äussersten Schicht der soliden Fasern, was beim Zerreissen des Skeletes in kleine Stücke bisweilen dadurch klar wird, dass nur die äussere von diesen Körnchen durchsetzte Schicht einer Faser wie eine Hülse zurückbleibt, während der innere Theil herausgerissen ist.

Gewöhnlich gehen die Fasern continuirlich ohne Andeutung einer Abgrenzung in einander über, nur an diesen gelben Fasern fand ich es zuweilen anders. Es verlief nämlich die eine Faser nicht in der anderen, sondern breitete sich kurz vor ihrer Vereinigung um den mehrfachen Durchmesser aus, und setzte sich so gegen die andere ab, dass man die scharfe Contour der letzteren deutlich an der Ansatzstelle weiter verlaufen sah, was namentlich durch die weit grössere Menge ihrer Körnchen um so deutlicher hervortrat. Ueber die Bedeutung der Körnchen liess sich Nichts ermitteln. Beobachtet und abgebildet sind sie auch schon von Bowerbank.

Bemerkenswerth ist noch das Verhalten der Fasern gegen Salpetersäure; wenn sie einige Zeit in solcher liegen, so werden sie ihrer Elasticität verlustig; von manchen findet man nur noch eine äussere Hülle vor, die das Licht weit schwächer bricht und sich beliebig in Falten legt; an einzelnen Stellen sind cylindrische Stücke des Inhalts zurück geblieben, die das Licht weit stärker brechen und eine dunkelgelbe Farbe besitzen.

Die oben erwähnten kegelförmigen Spitzen der Oberfläche sind nicht die ausschliesslichen Endigungen der Hornfasern; im Inneren des Skelets läuft öfters eine einzelne Faser frei aus, sich allmählig zuspitzend.

Die Filiferen.

Auf dem hiesigen Museum befinden sich 2 Arten derselben in Spiritus. Die eine bildet kuglige Massen von etwa 2 Zoll Durchmesser. Die Oberfläche ist mit kleinen Erhabenheiten von warziger Form besetzt. Die Grundflächen der Warzen berühren einander und haben einen Durchmesser von 2 Linien; ihre Höhe beträgt nahezu eine Linie. An ihrer Spitze ragt eine, 2 oder drei 3 Endigungen der starken Hornfasern hervor. Schneidet man ein Stück des Schwamms unterhalb der Warzen ab, so erkennt man, dass von den Warzen aus Bündel starker Hornfasern in das Innere des Körpers eindringen; zwischen solchen Bündeln breiten sich die von ihnen ausgehenden, äusserst feinen Fäden aus, welche

einen so dichten Filz bilden, dass man eine continuirliche Haut wahrzunehmen glaubt. An einzelnen Stellen erscheint die Oberfläche mit einem äusserst feinmaschigen, mit blossem Auge sichtbaren Netz überzogen; es rührt dies von Kalkkörnchen und anderen kleinen Körpern her, die im Verlauf der Züge der feinen Fasern liegen. Hin und wieder finden sich auf der Oberfläche Löcher, die in ein den ganzen Schwamm durchziehendes Canalsystem führen. Die starken Hornfäden unterscheidet man noch bequem mit blossem Auge, unter dem Mikroskop erscheinen sie deutlich gestreift und zeigen an vielen Stellen fremde Körperchen z. B. Kalkkörner, Kieselsterne von Tethyen, Bruchstücke von Kieselnadeln. Sie bilden ein unregelmässiges Netzwerk, in welchem die Maschen meist sehr lang gezogen sind. Oft finden sich neben starken Fasern auch sehr dünne. Von diesem gröberen Fasersystem aus verlaufen die feinen für diese Gattung charakteristischen geknöpften Hornfäden. Es gelingt nur schwierig, einen solchen seiner ganzen Länge nach in Verbindung mit der dicken Faser zu beobachten. Das Knöpfchen am Ende des Fadens ist gewöhnlich kugelig und geht die Substanz des Fadens continuirlich in die Kugel über. Die Dicke des cylindrischen Fadens beträgt ungefähr $^1/_{400}$ Mm.; der Durchmesser der Kugel etwa 3 mal so viel. Bisweilen treffen 2 bis 4 Fäden in einer solchen Kugel oder in einem etwas unregelmässig gestalteten Körper zusammen. Die feinen Fäden verlaufen im Gewebe des Schwammes meist zu grossen Bündeln vereint und kreuzen sich namentlich auf der Oberfläche ziemlich regelmässig mit anderen Bündeln. In dem zelligen Gewebe liegen sie eingebettet wie sonst die Kiesel- oder Kalknadeln. Wenn man ein Stück Schwamm zerfasert, so verschlingen sie sich mannigfaltig unter einander. Behandelt man sie mit Salpetersäure, so wird ihre sonst glatte Oberfläche unregelmässig quergerunzelt; eine dünne äussere Schicht löst sich ab und schliesslich wird auch der zurückbleibende dünnere Faden aufgelöst. Ich schlage für diese Art den Namen *Filifera verrucosa* vor. Sie stammt aus Westindien.

Eine zweite Art,

deren Heimath nicht angegeben ist, sieht dem gewöhnlichen Badeschwamm äusserst ähnlich und bildet eben solche unregelmässige Massen. Charakteristisch für dieselbe ist besonders das Verhalten der Oberfläche. Es ragen nämlich in Abständen von $^1/_2$ bis 2 Linien kleine, noch nicht $^1/_2$ Linie hohe Spitzen heraus, welche alle durch dünne Wälle mit einander verbunden sind und der Oberfläche ein flach-wabenartiges Aussehen verleihen. An einzelnen Stellen treten grössere oder kleinere Löcher auf, welche in das innere Canalsystem führen. Solche Canäle sind oft nur durch dünne Scheidewände von einander getrennt, welche meist ausschliesslich aus den feinen geknöpften Fäden und Gallertsubstanz bestehen. Dasselbe gilt auch von denjenigen Theilen der Oberfläche, welche zwischen den kleinen Hervorragungen liegen und die Grundfläche der Waben bilden. An manchen Theilen hat der Schwamm eine braunrothe Farbe, welche von äusserst feinen in den geknöpften Fäden abgelagerten braunen Körnchen herrührt, eine Erscheinung, von der schon bei der Beschreibung des Horngewebes des Badeschwammes gesprochen ist. Ich nenne diese Species *Filifera favosa*.

Die Kalkspongien.

Dass es Spongien giebt, deren Skelet von Kalknadeln gebildet wird, hat zuerst Grant behauptet; er fand, dass sich solche Spicula in verdünnter Salpetersäure unter Aufbrausen lösen (The Edinburgh new philosophical Journal. 1826. p. 166 —170). In seinen ersten Arbeiten behielt Grant die bis dahin gebräuchlichen Namen bei; es waren namentlich *Spongia compressa* Fabr. sive *Spongia foliacea* Montague, ferner *Spongia complicata* Mont., endlich *Spongia coronata* Ellis. Später erhob Grant die Kalkspongien zu einer eigenen Gattung und nannte sie *Leucalia* (in der Edinburgher Encyclopaedia XVIII. p. 844) und *Leuconia* (in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie). Fleming legte ihnen den Namen *Grantia* bei (British Animals 524), Blainville *Calcispongia* (Manuel d'actinologie p. 530).

Johnston behält in seinem Werke über die britischen Spongien den Namen *Grantia* bei und giebt folgende Beschreibung: spongiae plerumque albicantes minutissime porosae nec vi resiliendi praeditae, e spiculis calcareis multiformibus in membrana gelatinosa contextae; osculis rotundis planis. Unter dieser Gattung sind 8 Species aufgeführt und sind dieselben nach der Körpergestalt, welche eiförmig, cylindrisch, blattförmig oder unregelmässig verzweigt sein kann, und nach der Form und Lagerung der Nadeln gebildet.

Ich beobachtete 2 Arten lebend aus der Nordsee von Helgoland und im adriatischen Meere bei Triest, und eine dritte Art in getrocknetem Zustande. Die eine Art stimmt mit *Grantia ciliata* überein. Johnston beschreibt sie so: simplex tubulosa conico-flexuosa vel ovata muricata, apice spiculis erectis vitreis ciliato. In einer Anmerkung fügt er hinzu, dass dieselbe Spongie, wenn sie nach einiger Zeit sich im Wasser zu zersetzen beginnt, unregelmässig angeordnete Erhabenheiten auf ihrer Oberfläche zeige, welche ihr das Ansehen eines Tannenzapfens geben; die Erhabenheiten ragen mit ihrer Spitze nach der Ausflussöffnung hin. Diese Eigenschaften treffen für die lebend von mir beobachtete Art zu, ausserdem aber auch für die im getrockneten Zustande, nur dass ich über letztere nicht feststellen kann, ob sie unter den erwähnten Umständen einem Tannenzapfen ähnlich sehen mag. Es reichen mithin die von Johnston angegebenen Merkmale zur Charakteristik seiner Species nicht hin, da sie auf 2 Species zugleich passen, denn dass die von mir getrocknet beobachtete Art wirklich eine besondere Art bildet, daran ist kein Zweifel, weil die Nadeln sich ganz anders verhalten; sie sind theils weit grösser, theils haben sie eine andere Form; es müssen zur Artbestimmung jedenfalls die Form- und Grössenverhältnisse der Nadeln mehr berücksichtigt werden, als bisher geschehen ist. Es möchte wohl am übersichtlichsten sein, aus den Kalkspongien 2 Gattungen zu bilden, zu deren einer die unregelmässig verästelten Formen zu rechnen wären, während zu der anderen die eine einfache Spindel oder einen Kegel bildenden gehörten. Für die erstere Gattung

schlage ich den Namen *Grantia* vor, für die anderen den Namen *Sycon*, mit welchem bereits Risso dieselbe Form belegte.

Grantia ciliata Johnst. sive *Sycon ciliatum* wurde bei Helgoland nur in einer Tiefe von 30 Fuss gefunden und an Steinen sitzend mittelst eines Schleppnetzes aus dem Wasser hervorgezogen. Bei Triest fand sie sich in grosser Menge an den Brettern einer Badeanstalt im Hafen etwa 1 Fuss unter dem Wasser; die grössten Exemplare hatten fast die Länge von einem Zoll und waren 3 bis 4 Linien dick. In ihrer Gestalt gleichen sie einander vollständig und ist dieselbe so wenig schwankend, wie sonst bei keinem der bekannten Schwämme. Sie sind drehrund and nehmen nach der Ansatzstelle zu erheblich und an dem oberen Ende hin etwas an Durchmesser ab. Am oberen Ende findet sich ein fast wie Asbest glänzender Kranz von Nadeln, welche weit über das Körperparenchym hinausragen. Durch die vom Nadelkranz begrenzte Oeffnung sieht man in eine Höhle, welche sich herunter bis zur Stelle, womit sich die Spongie anheftet, erstreckt. Wenn man die charakteristische, sogleich zu beschreibende Form und die Grösse der Nadeln dazunimmt, so ist diese Species leicht und mit Sicherheit zu bestimmen.

Die von mir beobachtete verästelte Form der Kalkspongien lässt sich unter keine der von Johnston geschilderten Species bringen, in mancher Beziehung stimmt sie mit *Grantia botryoides* überein, aber in dem Verhalten der Nadeln weicht sie ab. Es heisst von *Grantia botryoides* bei Johnston: ramosissima alba varie implexa, ramis incertis tubulosis subvillosis, apicibus apertis; spiculis trifurcatis. Dreistrahlige Nadeln kommen bei den von mir bei Helgoland und Triest gefundenen auch vor, ausserdem aber noch gerade. Die grössten Exemplare, welche ich sah, hatten in ihren Röhren einen Durchmesser von nur etwa 2 Linien, der ganze vielfach verzweigte Körper nahm mit seiner Basis höchstens einen Raum von etwa 1 Quadratzoll ein; bei Helgoland fand ich sie während der Ebbe an der unteren Fläche von Steinen,

welche aus dem Wasser emporragten; bei Triest kamen sie gleichfalls an den Brettern der Badeanstalt vor.

Auf den Bau der Kalkspongien findet nach den Angaben Grant's und der übrigen Forscher Alles das Anwendung, was über die Spongien überhaupt ausgesagt ist; auch von den Grantien werden Ein- und Ausströmungserscheinungen erwähnt vermittelst Poren an bestimmten oder veränderlichen Stellen ihres Körpers, und ebenso sind bei ihnen Wimpern gefunden. Ja die schon in meinem letzten Aufsatz citirte, zuerst von Dobie und später von Bowerbank angestellte Beobachtung über Wimpern im Innern des Körpers ist an einer Grantie gemacht. Bowerbank suchte an Längs- und Querschnitten die Wimpern auf; obgleich Schnitte wegen der weichen Masse des Körpers schwer zu führen sind, so gelang es ihm doch endlich, Hohlräume zu öffnen und die sie auskleidenden Zellen zu sehen, unter denen hin und wieder eine zu wimpern schien; indessen konnte Bowerbank nicht sicher entscheiden, ob das Wimperhaar von den Zellen selbst oder dazwischen entsprang.

In meinen früheren Arbeiten habe ich die von mir zuerst beschriebenen mikroskopischen Einströmungslöcher Poren genannt. Es sind diese etwas ganz anderes als was Grant so genannt hat und woraus er Veranlassung nahm, die Abtheilung der Spongiaceen mit dem Namen der Poriferen zu belegen. Eine Grant'sche Pore ist nicht ein Einströmungsloch, sondern eine durch das Gerüst gebildete vom Parenchym überzogene Lücke. Grant sagt: die fleischige Substanz kleide die Poren aus; ferner erklärt er wörtlich: „die äussere Oberfläche der Spongille ist, wie bei den Meerschwämmen, mit zahllosen offenen Poren bedeckt, welche in das Innere hineinführen. Diese Poren sind schon von Linnaeus und Gmelin bei zwei Species erwähnt, *Spongilla fluviatilis* und *lacustris*. Auf der Oberfläche einer Spongille sind sie sichtbar in einer Entfernung von 20 Zoll. Diese Oeffnungen sind nicht die Zellen von Polypen." (The Edinb. philosophical Journal etc. 1826. vol. IV. p. 276). Oefters sind es nicht einmal ausschliesslich die Gerüstlücken, welche den

Schwämmen das poröse Ansehen geben, sondern zugleich die Lagerung nadelfreier Parenchymbalken, und diese können, wie ich häufig sah, mannigfaltig die Lage durch Zusammenziehung und Ausdehnung ändern. Gerüstlücken als Poren bildet Grant in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie S. 6 ab. Bowerbank spricht bei seiner Beschreibung der *Halichondria Johnstonia* von incurrent canals (The Transact. of the microscopical Society vol. I. S. 64.) Später beschreibt er genau die Ausströmungslöcher an einer neuen in der Nähe von Tenby gefundenen Spongie; er sah, dass Wasser mit grosser Kraft aus den geöffneten Röhren herausgeworfen wurde und dass an einem und demselben Stück Schwamm, an welchem mehrere Ausströmungslöcher, die er Oscula nennt, vorhanden waren, nicht alle gleichzeitig in Function waren. Die mikroskopischen Einströmungslöcher erwähnt er hier noch nicht, sondern behauptet, dass die Substanz des Körperparenchyms Sarkode sei, welche wie die Substanz von *Actinophrys Sol* und die Schleimhäute anderer Thierklassen mit Imbibitionsfähigkeit begabt sei (Athenäum No. 1505, 30. Aug. 1856 S. 1096 und Report of the 26th Meeting of the british Association for the advancement of science. London 1857 p. 438.) Laurent bemerkte ganz richtig gegen Grant, dass jene Poren unterhalb der äusseren Haut lägen; das Wasser sollte nach seiner Ansicht die äussere Haut endosmotisch durchdringen. Die Poren in der äusseren Haut sind durch die neuesten Untersuchungen von Carter bestätigt, ebenso der darunter befindliche Hohlraum, das Canalsystem des Körperparenchyms und die Existenz der Wimperorgane; einige Differenzpunkte werde ich weiter unten besprechen (Ann. and Magazine of nat. hist. Vol. XX. p. 21 sq. Tab. I.). Später fand dasselbe auch Bowerbank bei *Spongilla fluviatilis*; er giebt Abbildungen von den Ausströmungsröhren und Einströmungslöchern und sah auch das sich Oeffnen und Schliessen derselben. (Report of the 27th Meeting of the british Association etc. London 1858 p. 121).

Wir betrachten zuerst bei *Sycon ciliatum* die äussere Haut, dann die innere Körperhöhle mit den Wimperapparaten, dann

die Ausströmungshöhle, zuletzt das Kalkskelet und die Fortpflanzungskörper. Die lebende Spongie ist wegen des dichten Nadelbesatzes der Körperoberfläche schwierig zu beobachten. Bei sehr kleinen, etwa 1 Linie langen Exemplaren zeigen sich öfters grosse Mengen von Einströmungslöchern, welche in der Grösse von denen der Spongillen nicht abweichen; sie erstrecken sich über den ganzen Körper. Die Grenzen der die Haut zusammensetzenden Zellen liessen sich nicht erkennen. Man nimmt in geringen Abständen von einander kleine, mit mannichfaltigen feinen Ausläufern versehene Körperchen wahr; die Ausläufer berühren sich bisweilen; Kerne und Kernkörper waren nicht mit Sicherheit zu unterscheiden; die Nadeln ragen in Büscheln aus der äusseren Haut hervor und veranlassen das schon oben erwähnte tannenzapfenähnliche Ansehen. Von dem Inneren des Körpers ist am lebenden Exemplar wenig zu sehen; man bemerkt, dass die Poren in einen grossen Hohlraum führen und unterscheidet bisweilen den Umriss eines Wimperapparates. Die einzelnen Theile kommen weit besser zur Beobachtung, wenn man die Spongie mit Holzessig behandelt, in welchem sich die Nadeln leicht auflösen, der Körper verliert dadurch seine Resistenz und fällt zu einem schlaffen Sack zusammen. Auf der Oberfläche des Körpers machen sich sogleich bemerklich diejenigen Stellen, in welchen die Nadelbüschel steckten, sie erscheinen als kegelförmige Erhebungen mit vielen Streifen, welche den Ausdruck der feinen Röhren bilden, in denen die Nadeln stecken, und haben die Beschaffenheit der äusseren Haut. Sie stehen oft so dicht bei einander, dass sie sich mit ihren Basen berühren; letztere stehen häufig gerade über einem Wimperapparate, mit dem sie etwa gleiche Durchmesser haben. Die kegelförmigen Erhebungen erstrecken sich nicht ganz bis zum Rande der Ausströmungsöffnung hinauf, etwas über sie hinaus reichen in der Regel noch die Wimperapparate, die eine etwa kuglige Form haben und erheblich grösser sind als die der Spongillen. Man sieht sie durch die äussere Haut durchschimmern und kann die sie zusammensetzenden kleinen Zellen erkennen. Das

obere Ende des Körpers enthält da, wo der Nadelkranz beginnt, keine Wimperapparate mehr, man sieht hier nur Streifen in der Haut, welche von den Nadeln herrühren. In manchen Fällen erscheint die äussere Haut ganz glatt, ohne Andeutung eines zelligen Baues mit unregelmässig zerstreuten Körnchen.

Wenn man den sackförmigen Körper seiner ganzen Länge nach öffnet, so erkennt man Folgendes: Es erstreckt sich eine grosse Höhle von dem oberen Ende des Körpers, wo sie offnen ist, bis an die Anheftungsstelle, an welcher sich keine Oeffnung nach aussen vorfindet. Breitet man die geöffnete Spongie flach auf einem Objectglase aus, so dass die innere Seite zur Beobachtung frei liegt, so sieht man schon bei schwacher Vergrösserung die dicht an einander grenzenden Contouren der Wimperorgane und meist auch kleine kreisförmige Oeffnungen in unregelmässigen Abständen von einander und über den Wimperorganen gelegen. Bei stärkerer Vergrösserung erweist sich, dass die in Rede stehende Fläche eben so beschaffen ist, wie die äussere Haut. Die kreisförmigen Oeffnungen führen in die Wimperapparate, deren Wimperzellen nicht ganz bis zum Loch heranreichen, sondern sich in wimperlose Haut fortsetzen. Die Wimperapparate hängen in den grossen unter der äusseren Haut befindlichen Hohlraum hinein, in welchem man bisweilen Parenchymbalken von verschiedener Stärke der Quere nach verlaufen sieht. Um die Wimperhaare zu sehen, muss man eine lebende Spongie der Länge nach durchschneiden und ein Stück so ausbreiten, dass die äussere Haut nach unten gekehrt ist; man sieht dann in glücklichen Fällen gerade in eins der erwähnten Löcher hinein und erkennt die schwingenden Wimpern, welche auf den einzelnen Zellen sitzen; es ist hierzu eine starke Vergrösserung nothwendig. Zerfasert man ein Exemplar, welches noch nicht lange ausser Wasser war, so gelingt es stets, die Wimperzellen vereinzelt oder in Mengen zusammenhängend in Thätigkeit zu sehen und die gewöhnlichen Bewegungen kleiner Spongienstücke zu beob-

achsen, von denen manche nach Behandlung mit Essigsäure einen kleinen Kern nebst Kernkörperchen zeigen.

So wie man das Skelet der Kalkspongien entfernen kann, ohne das Körperparenchym zu zerstören, so lässt sich auch das Skelet erhalten und das Körperparenchym entfernen, und zwar durch anhaltendes, nicht zu starkes Glühen; bei zu starkem Glühen zerspringen die Kalknadeln in kleine Stücke. Das geglühte, von organischer Substanz befreite Skelet hat ganz die Form des unversehrten Thieres; man erkennt auf der äusseren Oberfläche an vielen Stellen noch die in Büscheln stehenden Nadeln und am oberen Ende des Körpers den Nadelkranz. Schneidet man das Ganze vorsichtig der Länge nach durch, so macht sich sogleich die an der Ausflussöffnung endende und sich bis an die Ansatzstelle herunter erstreckende Höhle bemerklich, welche bei grossen Exemplaren über eine Linie in der Mitte im Durchmesser hat und nach unten zu schmäler wird. Die sie umgebende Wand erscheint schon dem blossen Auge, deutlicher aber noch unter der Loupe siebförmig durchlöchert, was durch die eigenthümliche Lagerung der dreistrahligen Nadeln bewirkt wird. In jede solche Lücke gehört ein Wimperapparat, durch dessen Anwesenheit das Netzwerk noch deutlicher wird, indem die Grenzen desselben in die Grenze der Gerüststücken fallen. Das die erwähnte Höhle umgebende beim lebenden Thier vom Körperparenchym eingenommene Nadelgerüst ist so dicht, dass es dem blossen Auge fast wie eine compacte Masse erscheint: es bildet eine fast ½ Linie dicke Wand, innerhalb deren nur drei- oder vierstrahlige Nadeln liegen, während auf der Aussenfläche die langen spindelförmigen Nadeln hervorragen. Die genannte Höhle entspricht nicht dem bei den Spongillen beschriebenen Hohlraum, in welchen die beschriebenen mikroskopischen Einführungslöcher hineinführen, sondern dem Hohlraum, welchen die Ausflussröhre nebst den ihr das Wasser aus den Wimperapparaten zuführenden Canälen bildet.

Die Nadeln des Skeletes sind dreifacher Art, je nachdem sie den Nadelkranz oder den Büscheln auf der äusseren

Haut oder dem inneren Körperparenchym angehören. Die Nadeln, welche die Ausströmungsöffnung rings dicht umgeben, haben eine bedeutende Länge, nämlich von etwa 2 Mm., sind aber sehr dünn, $^1/_{300}$ Mm. im Durchmesser höchstens dick und laufen an den Enden allmälig spitz zu. Die Nadeln der Büschel auf der äusseren Haut sind höchstens halb so lang und etwas stärker und spitzen sich nicht so allmälig sondern plötzlicher zu. Die Nadeln des Körperparenchyms sind meist drei- bisweilen auch vierstrahlig. Die drei Strahlen liegen nicht in einer Ebene, sondern verlaufen wie die Kanten einer niedrigen dreiseitigen Pyramide mit grosser Basis, indem die Strahlen eine erhebliche Länge bis zu $^1/_{10}$ Mm. erreichen; öfters ist der eine Strahl bedeutend länger als die übrigen. Sie spitzen sich allmählig nach den Enden hin zu und erreichen an der Vereinigungsstelle etwas über $^1/_{144}$ Mm. Dicke. Ist ein vierter Strahl vorhanden, so liegt derselbe meist in der Verlängerung eines der 3 Strahlen. Von allen erwähnten Formen kommen auch äusserst kleine Exemplare nicht selten vor. Bei jungen Thieren haben die Nadeln schon dieselbe Form, aber nicht dieselbe Grösse.

Fortpflanzungskörper

fanden sich häufig von dieser Art bei Triest vor. Sie wurden bei einer grossen Anzahl von eben dem Wasser entnommenen Exemplaren beobachtet und kamen beim Zerfasern derselben zum Vorschein. Die entwickeltesten Embryonen massen etwas über $^1/_{10}$ Mm., die kleinsten nur halb so viel. Sie sind kugelig oder oval und zeigen in der Mitte des Körpers eine dunkle Stelle, welche bei Anwendung von Druck sich als eine längliche Höhle erweist, die im Längsdurchmesser etwa den dritten Theil des Thieres beträgt und gewöhnlich eine äusserst feinkörnige braune detritusartige Masse enthält. Diese Embryonen sind auf dem ganzen Körper mit langen Wimperhaaren besetzt, mittelst deren sie sich lebhaft im Wasser bewegen. Zellen dazu liessen sich bis jetzt auf der Oberfläche des Körpers nicht nachweisen; man erkennt nur vereinzelte stark lichtbrechende Körnchen in ihr. Bei ein wenig tieferer Einstellung des Focus erblickt man zel-

lige Gebilde von rundlicher Form, bei erheblich tieferer, wo man die braune Substanz im Inneren erkennt, kommen radiäre Streifen zum Vorschein, welche von letzterer nach der Oberfläche hin verlaufen. Je zwischen zwei solchen Streifen erkennt man öfters darauf senkrecht gestellte Querstreifen. Die radiären Streifen stehen bei manchen Embryonen erheblich näher an einander und fehlt dann meist die braune Masse. Bei vielen Embryonen ist nur der nach vorn schwimmende Theil des Körpers mit Wimpern besetzt und mit der inneren Höhle und der erwähnten Streifung versehen, während der hintere Theil von alledem Nichts zeigt, sondern nur als ein unregelmässiger Haufen zelliger Gebilde erscheint, in welchem sich freilich bisher keine Kerne oder Kernkörperchen nachweisen liessen. Es ist wohl sehr möglich, dass dies Embryonen im zerfallenden Zustande sind; bei den normalen möchten wohl die radiären Streifen mit ihren Querverbindungen der Ausdruck neben einander liegender Zellenreihen sein, welche das Körperparenchym des Thieres bilden, während die mit detritusartiger Masse angefüllte Höhle dem grossen Hohlraum der ausgebildeten Thiere entspricht, welcher in die Ausströmungsöffnung ausmündet.

Beim Zerfasern des Körpers völlig entwickelter Sykonen bemerkt man bisweilen eigenthümliche zellige Gebilde, welche kuglig oder oval erscheinen, bedeutend grösser sind als die gewöhnlichen Zellen und namentlich einen weit grösseren Kern und Kernkörper führen. Dass dies Eier sind, dafür spricht, dass man sie an denselben Stellen vorfindet, wie die Embryonen. Wenn man nämlich ein Thier mit Holzessig behandelt, so lässt sich wahrnehmen, dass die Embryonen zu mehreren in Zwischenräumen zwischen den Wimperapparaten vertheilt liegen; eben da finden sich auch die für Eier beanspruchten Bildungen; bei der Zerfaserung fanden sich letztere bis zu 8 in einem besonderen Behälter ohne nachweisbare Structur vor.

Eine zweite Art von Sykonen erhielt ich, als *Sycon Humboldtii* Risso bestimmt, durch die Güte des Herrn von Martens im getrockneten Zustande und sah sie auf dem Triester

Museum in Spiritus aufbewahrt. Sie stimmt in der Körpergestalt, in der Anordnung des Nadelkranzes, der Körperhöhle ganz mit der vorigen überein, ist nur etwas grösser. Ganz abweichend verhalten sich aber die Kalknadeln. Die Strahlen der dreistrahligen sind nämlich etwa noch einmal so dick und weit länger. Die langen auf der Körperoberfläche stehenden sind etwa noch einmal so lang und über viermal so dick.

Die zweite Gattung der Kalkschwämme ist durch den mannichfaltig verästelten Körper charakterisirt, der seiner ganzen Ausdehnung nach eine in eine oder mehrere Ausströmungsöffnungen mündende Höhle führt. Die Ausströmungsöffnungen finden sich an dem oberen Ende frei hervorragender cylindrischer Aeste. Die stärksten derselben erreichten noch nicht 8 Mm. Durchmesser. Die Nadeln sind einfach oder dreistrahlig und nicht durch hornige Substanz verbunden. Die dreistrahligen ragen gewöhnlich nicht mit ihren Spitzen über die äussere Haut heraus, was aber die einfachen geraden thun. Man sieht sie bald nach oben, bald nach unten, bald seitwärts abgehen. Wegen der Menge der Nadeln ist auch hier bei unversehrtem Körper wenig zu erkennen; entfernt man dieselben durch verdünnte Salzsäure, so verliert der Körper jeden Halt und erscheint als dünnwandiger Hohlcylinder. An der Wand desselben unterscheidet man eine äussere Haut, welche keine deutlichen Zellengrenzen erkennen lässt und hin und wieder mit kleinen Löchern versehen ist. Letztere führen in einen Hohlraum, der sich durch die ganze Wand erstreckt. Die nach innen sehende Grenze der Wand wird durch eine Lage sehr bestimmt gegen einander abgegrenzter kleiner Zellen gebildet, an der ich keine besonderen Abtheilungen zu unterscheiden vermochte. Bei Zerreissung des lebenden Körpers machen sich zuerst grosse Stücke zusammenhängender Wimperzellen bemerklich, welche hier nicht in Form runder Behälter oder als Theile derselben vorkommen, sondern Platten bilden; ausserdem fanden sich auch die gewöhnlichen beweglichen Parenchymstücke. Es ähnelt diese Art sehr der von John-

rien abgebildeten *Grantia botryoides*, weicht aber darin von ihr ab, dass sie neben den dreistrahligen Spiculis jener noch einfache spindelförmige führt.

(Fortsetzung folgt.)

Bemerkungen über die Entstehung der Carotis subvertebralis bei der Krähe.

Von

Heinrich Rathke.

In dem letzten Bande des von Joh. Müller herausgegebenen Archivs (Jahrgang 1858) ist das Ergebniss einer Untersuchung mitgetheilt worden, die ich an Sperlingsembryonen zu dem Zwecke angestellt habe, um die Entstehungsweise des bei manchen Vögeln vorkommenden unpaarigen Karotidenstammes zu ermitteln. Später habe ich noch eine Gelegenheit gehabt, eine gleiche Untersuchung ohne ähnliche Schwierigkeiten, wie jene, an Embryonen eines viel grösseren Vogels, nämlich an denen der Nebelkrähe (*Corvus cornix*) anstellen zu können. Bei den jüngsten von diesen Embryonen, die sich in 4 Nestern verschiedentlich weit entwickelt hatten, waren die Beine noch schaufelförmig und ohne Andeutungen von Zehen; bei den ältesten dieselben Gliedmassen schon ähnlich wie bei den erwachsenen Krähen gestaltet und der Rücken hie und da mit einigen in Bälgen eingeschlossenen Federchen versehen.

Die jüngsten nun besassen, wie ähnlich weit entwickelte Embryonen von Hühnern und Sperlingen, zwei kurze gemeinschaftliche Karotiden, die von zwei Arteriae anonymae abgingen, ihrer ganzen Länge nach weit auseinander lagen

und über den Jugularvenen ein wenig nach innen von denselben vertiefen. Bei etwas älteren Embryonen zweier Nester, an deren Beinen die Zehen zwar schon angedeutet, jedoch noch unter einander ihrer ganzen Länge nach verbunden waren, hatten die beiden gemeinschaftlichen Karotiden, wie der ganze Hals, schon eine ziemlich grosse Länge erreicht, befanden sich aber auf verschiedenen Stufen der Entwickelung. Bei einigen nämlich lagen sie nach dem grössten Theile ihrer Länge unter den mittleren Halswirbeln dicht neben einander. Bei anderen waren sie auf derselben Strecke hie und da verschmolzen, so dass sie an einigen Stellen nur einen einzigen Canal bildeten, an anderen noch zwei dicht neben einander liegende Canäle erkennen liessen und namentlich bei einem, wie ich nach ihrer Lostrennung bei einer Untersuchung mittelst eines Mikroskopes gewahr wurde, 3 langgestreckte und sehr schmale auf einander folgende Maschen zusammensetzten. Bei noch anderen von diesen jungen Embryonen bildeten sie unter den meisten Halswirbeln ein ganz einfaches Gefäss, dass mit zwei gleich dicken Wurzeln von den beiden Arteriae anonymae ausging und sich in der Nähe des Kopfes unter einem spitzen Winkel in zwei gleich dicke, wie überhaupt symmetrische Aeste theilte. Bei den ältesten Embryonen aber war die rechte Wurzel dieses unpaarigen Gefässes, für welches ich den Namen Carotis subvertebralis vorgeschlagen habe [1]), schon völlig aufgelöst, so dass es nur allein von der linken Arteria anonyma abging: auch lag es bei denselben nicht mehr unter den Halswirbeln frei da, wie dies bei den jüngeren Embryonen der Fall war, sondern war schon nach dem grössten Theil seiner Länge zwischen den Muskeln, die sich an der unteren Seite der Halswirbel gebildet hatten, eingeschlossen und davon verborgen worden.

Nach dem Angeführten hat also die an Krähenembryonen angestellte Untersuchung — was ich freilich erwarten konnte

1) Ueber die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier (in den Denkschriften der mathem. naturwissenschaftl. Class. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd. XIII. S. 124.).

den von mir an Sperlingsembryonen gemachten Befund bestätigt, dass bei denjenigen Vögeln, welche eine unpaarige und in der Mittelebene des Halses unter der Wirbelsäule verlaufende Karotis besitzen, diese durch eine Verschmelzung zweier gemeinschaftlichen Karotiden gebildet wird. Auffallend war mir dabei nur der Umstand, dass bei den Krähenembryonen die Verschmelzung der beiden gemeinschaftlichen Karotiden nicht, wie ich bei den Sperlingsembryonen bemerkt hatte, allmälich von hinten nach vorn in einem Zuge erfolgt war, sondern auf der ziemlich langen Strecke, auf der sich diese beiden Arterien dicht an einander gelegt hatten, gleichzeitig an verschiedenen Stellen begonnen hatte.

Beitrag zur Kenntniss des Horopters.

Von

Edouard Claparède zu Genf.

In seinen Beiträgen zur Physiologie des Sehorganes[1]), hat bekanntlich Georg Meissner die frühere rein theoretische Bestimmung des Horopters von Pierre Prévost[2]), Vieth

1) Beiträge zur Physiologie des Sehorganes, von Georg Meissner. Leipzig 1854.

2) Bekanntlich hat Johannes Müller seinen Horopterkreis ganz unabhängig aufgestellt und er erkannte erst später, dass Vieth (über die Richtung der Augen. Gilbert's Annalen. Bd. LVIII. S. 233) schon 1818 nachgewiesen habe, die einfach gesehenen Punkte müssten einen durch den fixirten Punkt und die beiden optischen Centra gelegten Kreis bilden. Seitdem scheinen alle Physiologen die Ehre der Entdeckung des s. g. Horopterkreises diesen beiden Forschern zugeschrieben zu haben. Gleichwohl gebührt das Verdienst der ersten Entdeckung desselben dem bekannten Physiker und ehemaligen Professor der Philosophie zu Genf, Pierre Prévost, der ihn schon 1805 (S. dessen Essai de Philosophie ou étude de l'Esprit humain. Genève an XIII. T. I. p. 173) bekannt gemacht hat.

und Johannes Müller durch eine strenge Versuchsmethode zu widerlegen gesucht und eine ganz neue Form des Horopters aufgestellt, welche seitdem, so viel ich weiss, von keinem Beobachter beanstandet und sogar von Niemandem ernstlich geprüft wurde.

Nach Meissner's Untersuchungen würde meistens der Horopter auf eine s. g. verticale Horopterlinie oder gar auf einen (den fixirten) Punkt zurückgeführt werden müssen; in zwei Fällen indessen würde eine Horopterfläche existiren, nämlich 1. bei vollkommenem Parallelismus der optischen Axen, d. h. bei unendlicher Entfernung des fixirten Punktes, und 2. bei jeglicher Convergenz der Sehaxen, wenn zugleich die Neigung der Visirebene gegen den Horizont 45 Grad beträgt. In beiden Fällen würde dieser Horopter keineswegs den Pierre Prévost'schen Horopterkreis enthalten, sondern mit der senkrecht zur Visirebene stehenden Horopterfläche, welche schon 1613 vom Jesuiten Aguilonius hypothetisch angenommen wurde, übereinstimmen.

Vor etlichen Monaten nahm ich die Meissner'schen Experimente, deren Richtigkeit ich damals nicht im Geringsten bezweifelte, zufällig wieder vor, gewann aber sehr bald die Ueberzeugung, dass grobe Fehler den Meissner'schen Resultaten anhafteten und dass die neue Horoptertheorie gänzlich eingehen müsse. Dagegen erkannte ich mit voller Gewissheit, dass sowohl alle Punkte des von Pierre Prévost und später von Vieth und Johannes Müller theoretisch bestimmten Horopterkreises, wie auch die Punkte einer zuerst im Jahre 1842 von Alexandre Prévost[1]) und in neuerer Zeit wiederum von Fritz Burckhardt[2]) ebenfalls auf rein theoretischem Wege nachgewiesenen, den fixirten Punkt enthaltenden, und zur Visirebene senkrecht stehenden geraden Horopterlinie wirklich einfach gesehen werden.

Freilich gerieth ich selbst darauf in einen nicht geringen

---

1) Essai sur la théorie de la vision binoculaire. Genève 1842. — Pogg. Ann. 1844. Bd. LXIII. S. 548.

2) Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 1854.

Irrthum, indem ich zu erkennen glaubte, dass noch andere Punkte des Raumes, als diese beiden Linien einfach wahrgenommen werden. Ich wurde dadurch zur irrigen Annahme geführt, der Horopter stelle eine Fläche dar[1]), deren horizontaler Durchschnitt durch die Visirebene mit dem Pierre Prévost'schen Horopterkreis zusammenfalle, während der verticale Durchschnitt derselben die Alexandre Prévost'sche Horopterlinie darstelle. Allein durch eine gütige briefliche Mittheilung Burckhardt's und durch einen seitdem in der Bibliothèque universelle bekannt gemachten Versuch Alexandre Prévost's[2]) auf meinen Irrthum aufmerksam gemacht, musste ich sehr bald die Unrichtigkeit dieser Behauptung einsehen. Meine Versuche haben also keinen anderen Werth gehabt, und damit ist schon Manches geleistet, dass sie auf die glänzendste Weise nachgewiesen haben, der jetzt von mehreren Seiten angenommene Meissner'sche Horopter sei gänzlich unhaltbar, die alten theoretischen Bestimmungen von Pierre Prévost, Vieth, Johannes Müller, Alex. Prévost und Burckhardt stimmen dagegen mit den Ergebnissen des Experimentes vollkommen überein.

Da meine Beweisführung gegen die Meissner'sche Theorie in einer den meisten Physiologen wenig zugänglichen Zeitschrift[3]) niedergelegt wurde, so bin ich so frei, nur die Hauptsache davon herauszunehmen und in einem kurzen Auszug hier mitzutheilen. Diess wird um so vortheilhafter sein, als ich die Aufsätze in der Bibliothèque universelle zu einer Zeit niederschrieb, wo ich noch in dem Irrthum befangen war, es werden noch andere als die zu den beiden angeführten Linien gehörigen Punkte binocular einfach gesehen, weswegen sich mehreres Irrthümliche neben dem Richtigen einschlich.

1) Bibliothèque universelle de Genève. Novembre et Décembre 1858.

2) Note sur la vision binoculaire. Archives de la Biblioth. universelle. Janvier 1859.

3) Archives de la Bibl. univ. de Genève, Octobre, Novembre et Décembre 1858.

Durch rein aprioristische Gründe wird man schon berechtigt die Möglichkeit der Existenz der in den beiden oben näher bezeichneten Fällen von Meissner angenommenen Horopterfläche in Zweifel zu ziehen. Es sei z. B. A (Fig. 1)

Fig. 1.

ein mit beiden Augen zugleich fixirter Punkt, bei einer Neigung der Visirebene — um im Meissner'schen Falle zu bleiben — von 45 Grad nach unten. Die der Verbindungslinie (OO′) der beiden optischen Mittelpunkte parallele Linie PP′ ist die Durchschnittslinie der Visirebene durch die Meissner'sche ebene Horopterfläche, so dass ein beliebiger Punkt dieser Geraden PP′ einfach gesehen wird, d. h. dass dessen Netzhautbilder auf identische Punkte beider Netzhäute fallen. Nun ist es nach der Identitätstheorie offenbar, dass ein jeder Punkt der Linie PP′, bei der Annahme, dass die Netzhäute nahezu Kugelsegmente darstellen, nur dann einfach gesehen werden kann, wenn die Winkel a und α gleich sind, so dass der Bogen $ab = \alpha\beta$. Diess ist aber unmöglich, wenn PP′ eine gerade Linie ist, und kann erst dann eintreten, wenn diese Linie ein durch die Punkte O,O′ und A gelegter Kreis ist.

Wir müssten zwar annehmen, dass die Netzhäute Kugel-

segmente darstellen; während Brücke's Untersuchungen es wahrscheinlich machen, dass deren Krümmung einem Ellipsoid angehört, dessen grosse Axe von oben und der Nasenseite nach unten und der äusseren Seite geneigt wäre. Allein es kann sich selbst in diesem Falle nur um ein von der Kugelfläche wenig abweichendes Ellipsoid handeln und die Sache möchte sogar nicht ganz erledigt sein, da die Krause-schen Messungen, deren Unrichtigkeit noch nicht dargethan ist, den Durchschnitt der Netzhaut durch die Visirebene als eine Ellipse darstellen, deren kleine Axe mit der Sehaxe zusammenfalle. Wie dem auch sei, es bleibt gewiss, dass die Durchschnittslinie jeder Netzhaut durch die Visirebene von einem Kreise zu wenig abweicht, als dass ein der Linie PP′ angehörender Punkt B, um einfach gesehen zu werden, nicht so gelegen sein müsste, dass die Winkel o und ω als gleich betrachtet werden können, und dies tritt nur dann ein, wenn PP′ ein Kreis, oder nahezu ein Kreis ist.

Wenn dagegen PP′ eine Gerade ist, wie diess von Meissner angenommen wird, dann entsprechen den Winkeln o und ω in beiden Augen sehr ungleiche Netzhautbogen. Es müsste also die Identitätslehre als unrichtig gänzlich aufgegeben werden, denn diese Lehre würde hier eine ebene der Meissner'schen Horopterfläche parallele Retina erheischen, da dann freilich $ab' = \alpha\beta'$ wäre, wie man es leicht bei Betrachtung der Figur einsieht.

Aus rein theoretischen Gründen wird es also schon unwahrscheinlich, dass der Horopter jemals eine ebene Fläche sein könne, wie Meissner es angenommen. Indess wird diese Unwahrscheinlichkeit durch äusserst leicht anzustellende Versuche zur reinen Unmöglichkeit erhoben, wie jetzt dargethan werden soll. — Bei einer Neigung von 45 Grad der Visirebene nach unten, halte ich in der medianen Verticalebene — d. h. der durch den fixirten Punkt und den Mittelpunkt der Verbindungslinie beider optischen Centra gelegten verticalen Ebene — eine senkrecht zur Visirebene stehende feine Linie, z. B. einen Seidenfaden. Diese Linie erscheint dann in zwei einander genau parallelen Doppelbildern. Wenn

ich nun diese Linie um ihren Mittelpunkt — d. h. um den Durchschnittspunkt des Seidenfadens durch die Visirebene — drehe, indem ich den Faden so bewege, dass er beständig in einer zur Visirebene senkrecht und der Verbindungslinie der Augencentra parallel stehenden Ebene bleibt, so rücken die parallel bleibenden Doppelbilder immer näher an einander, bis sie sich endlich in dem Augenblicke, wo der Faden in der Visirebene zu liegen kommt, gänzlich vereinigen.

Bis dahin finden die Erscheinungen in der Meissner-schen Horopterlehre eine genügende Erklärung. Bei der Neigung der Visirebene von 45 Grad nach unten, fallen nämlich die Meissner'schen horizontalen Trennungslinien der identischen Netzhautpunkte mit den horizontalen Netzhautmeridianen zusammen, so dass eine jede in der Visirebene enthaltene Linie einfach erscheinen muss, wiewohl die einzelnen Punkte dieser Linie ihre Netzhautbilder auf nicht identischen Punkten der Trennungslinien haben.

Wir wollen nun aber den Fall betrachten, wo die Neigung der Visirebene nicht mehr 45 Grad beträgt, sondern gleich Null ist, d. h. den Fall der horizontalen Visirebene. In diesem Falle ist, nach Meissner, der Horopter eine gerade gegen die Visirebene, je nach der Entfernung des fixirten Punktes verschieden geneigte Linie, und die verticalen Trennungslinien der identischen Netzhautpunkte fallen nimmermehr mit den verticalen Meridianen zusammen, sondern sind in jedem Auge von unten und der Nasen- nach oben und der Schläfenseite geneigt. Bei so bewandten Umständen kann natürlich keine Durchschnittslinie des Horopters durch die Visirebene mehr existiren: es besteht nur noch ein Durchschnittspunkt, da der Horopter eine Linie ist, und dieser Punkt ist der fixirte Punkt selber. Dieser Punkt würde, wenn die Meissner'sche Theorie richtig wäre, ganz allein in der ganzen Visirebene einfach gesehen werden können, denn die Bilder aller dieser Ebene angehörenden Punkte fallen auf die horizontalen Netzhautmeridiane, und diese enthalten keine anderen identischen Punkte, als den Durchschnittspunkt dieser horizontalen — zu den verticalen

senkrecht stehenden — Meridiane mit den Trennungslinien. Nun liegen diese beiden Punkte auf der Verlängerung der optischen Axen und entsprechen daher den Netzhautbildern des fixirten Punktes.

Es folgt also nothwendig aus der Meissner'schen Lehre des Nicht-Parallelismus der verticalen Trennungslinien identischer Netzhautpunkte bei horizontaler Visirebene, dass irgend eine gerade in der Visirebene enthaltene Linie doppelt gesehen werden muss und zwar so, dass die beiden Doppelbilder einander durchschneiden oder convergirend erscheinen. Der Versuch steht aber keineswegs hiermit im Einklang, denn der Versuch, den ich vorher bei einer Neigung der Visirebene von 45 Grad nach unten beschrieb, gelingt bei vollkommen horizontaler Visirebene, wie auch überhaupt bei einer beliebigen Neigung derselben auf ganz dieselbe Weise.

Es leuchtet daraus ein, dass bei jeder Neigung der Visirebene die Meissner'schen Trennungslinien mit den verticalen Netzhautmeridianen genau zusammenfallen und dass die Theorie der entgegengesetzten Drehung beider Augen um die Sehaxen als eine durchaus verfehlte zu betrachten ist. Es ist mir übrigens eine Freude, hier mittheilen zu können, dass ich in Folge der Bekanntmachung dieser Versuche einen Brief von Burckhardt erhielt, worin mir derselbe anzeigt, er habe selbst seit langer Zeit denselben Versuch angestellt und sei ganz zu demselben Resultat und zu demselben Schluss, wie ich, gelangt. Aus diesem Grunde, wie aus vielen anderen, konnte Burckhardt der Meissner'schen Theorie von Anfang an keinen Glauben schenken. Ich kann auch nicht unterlassen, daran zu erinnern, dass wir seit mehreren Jahren sehr genaue Untersuchungen von Donders besitzen, woraus sich handgreiflich ergiebt, dass die verticalen Netzhautmeridiane einen genauen Parallelismus bei jeder möglichen Stellung der Augenbulbi beibehalten.

Es reichen einige leichte Versuche hin um nachzuweisen, dass bei jeder Neigung der Visirebene eine beliebige in der Visirebene enthaltene Linie, wie EE' oder DD' (Fig. 2) dem

Fig. 2.

Beobachter einfach erscheint und dass also die horizontalen Netzhautmeridiane mit den Meissner'schen horizontalen Trennungslinien immer zusammenfallen. Es findet indessen eine Ausnahme für alle diejenigen Linien (wie z. B. FF') statt, deren Verlängerung die Verbindunglinie (OO') beider optischen Centra zwischen den beiden Augencentren O und O' schneidet. Es geben ja bekanntlich solche Linien zu Doppelbildern beständig Veranlassung. Gleichwohl ist diese Ausnahme eine nur scheinbare und findet in bekannten Grundsätzen ihren Grund, wie sich folgendermassen leicht zeigen lässt:

Fig. 3.

Figur 3 stellt die Projection beider Netzhäute auf eine ebene Fläche dar, so dass AB und A'B' die projicirten verticalen, CD und C'D' die projicirten horizontalen Netzhautmeridiane sind. Diese vier Linien AB und A'B', CD und C'D' werden ausserdem, wie es sich aus dem Vorhergehenden herausstellt, durch Reihen identischer Punkte zusammengesetzt. Wenn nun eine schmale Linie LL' (Fig. 4) so vor das Gesicht gehalten wird, dass man die Sehaxen gegen den Endpunkt L' convergiren lässt, dann erscheint bekanntlich diese Linie in zwei verkehrten Doppelbildern, welche gegen den Punkt L convergiren und an diesem Punkte einander zu berühren scheinen. Da aber diese Linie LL' in der Visirebene enthalten ist, so leuchtet es ein, dass deren rechtes Netzhautbild auf den horizontalen Meridian CD (Fig. 3) des rechten Auges, während das linke Netzhautbild derselben auf den horizontalen Meridian C'D' des linken Auges fallen muss. Der Endpunkt L', der, wie vorausgesetzt wurde, zugleich der fixirte Punkt ist, entwirft natürlich sein Netzhautbild in jedem Auge auf dem Durchschnittspunkt der Retina und der Sehaxe, also in l und λ und wird einfach gesehen. Der andere Endpunkt L' wird sein rechtes Netzhautbild in der äusseren Hälfte des rechten Auges, z. B. in l' haben, so dass ll' das rechte Netzhautbild der beobachteten Linie darstellt. Derselbe Endpunkt L' entwirft sein linkes Netzhautbild auf der äusseren Seite des linken Auges, z. B. in λ', so dass λλ' das linke Netzhautbild der Linie LL' darstellt. Man sieht bei der Vergleichung der beiden Netzhautbilder ll' und λλ' sogleich ein, dass dieselben nur zwei identische Netzhautpunkte, nämlich l und λ enthalten, denn Cl ist mit C'λ und Dl mtt D'λ identisch. Anstatt eines einzigen Bildes der beobachteten Linie Ll' muss also der Beobachter zwei sich in L — d. h. dem Punkte, dessen Retinabilder auf den identischen Stellen l und λ erzeugt werden — berührende Doppelbilder wahrnehmen, wie

Fig. 4.

L

l' L' λ
o o'

dies bekanntlich wirklich eintritt. Da aber die beiden Netzhautbilder der Linie LL' mit den horizontalen Meridianen zusammenfallen, so dürfte man a priori annehmen, dass die beiden Bilder zusammengenommen von dem Beobachter als eine einzige, der Verbindungslinie der optischen Mittelpunkte etwa parallel und zwei Mal so lang wie LL' erscheinende, gerade Linie müssten wahrgenommen werden, eine Vermuthung, die, wie bekannt, durch den Versuch nicht bestätigt wird.

Diese anscheinende Anomalie erklärt sich indessen auf sehr einfache Weise durch die bekannten Accommodationsgesetze. Wenn man nämlich die beobachtete Linie LL' der Verbindungslinie beider optischen Augenmittelpunkte parallel oder nahezu parallel vorhielte, dann würden sich die Augen, indem sie irgend einen Punkt dieser Linie fixiren, auch für die Entfernung eines jeden anderen Bruchstückes der Linie ungefähr accommodiren. Der fixirte Punkt wird allein deutlich wahrgenommen, dies rührt aber davon her, dass die übrigen Theile der Linie ihre Netzhautbilder auf zu excentrischen, nicht besonders empfindlichen Retinatheilen haben. Wenn dagegen die beobachtete Linie senkrecht oder nahezu senkrecht zur Verbindungslinie der optischen Centra vor der Nasenwurzel gehalten wird, wie dies in dem auseinandergesetzten Versuch geschieht, so werden beim Fixiren des Endpunktes L der beobachteten Linie alle übrigen Punkte derselben hauptsächlich deswegen undeutlich wahrgenommen, weil die Augen für sie nicht accommodirt sind, so dass ein jeder derselben Zerstreuungskreise auf den Netzhäuten erzeugt. In der Bildung dieser Zerstreuungskreise und der Unmöglichkeit für den Beobachter, die dem Endpunkte L' zunächst gelegenen Theile der beobachteten Linie anders als in einen Halbschatten gehüllt zu erblicken, liegt der Grund, weshalb dieser Beobachter sich bewusst ist, der Endpunkt L' sei seinem Gesichte viel näher als der Punkt L gelegen. Deswegen erscheint es uns jedesmal beim Anstellen des genannten Versuches, als ob — wie es auch wirklich geschieht — die beiden wahrgenommenen Doppelbilder das eine Ende unserem Gesichte zukehren. Da ausserdem die durch L' und

die angrenzenden Punkte auf den Netzhäuten erzeugten Netzhautbilder in der äusseren Hälfte eines jeden Auges liegen, so versetzen wir das dem Gesichte zugekehrte Ende des dem linken Auge angehörenden Bildes nach rechts, und das entsprechende Ende des dem rechten Auge angehörenden Bildes nach links. Auf diese Weise lässt es sich sehr leicht erklären, warum der Beobachter beim vorliegenden Versuch immer zwei verkehrte convergirende Doppelbilder wahrnimmt.

Die eben besprochene Erscheinung hat sonderbarer Weise Meissner für seine Lehre auszubeuten gewusst, obgleich eine selbst oberflächliche Wiederholung des Versuches bei verschiedener Neigung der Visirebene die völlige Unhaltbarkeit der Meissner'schen Theorie auf das Schlagendste darlegt. Das Ergebniss des Versuches bei horizontaler Visirebene deutet Meissner so, dass die Doppelbilder die Richtung der horizontalen Trennungslinien der identischen Netzhautpunkte, also den Winkel, um welchen eine Drehung der Augen um die optischen Achsen stattgefunden hat, unmittelbar anzeigen. Zwar gesteht er selbst zu, dass die Erscheinung der verkehrten Doppelbilder ihm stets etwas Auffallendes, etwas Paradoxes dargeboten habe, insofern als man sich dabei keiner positiven, absoluten Neigung eines jeden Bildes gegen den Horizont, sondern nur der Kreuzung zweier an und für sich horizontaler Linien bewusst wird. Wenn die Meissner'sche Lehre begründet wäre, so müsste es freilich unbegreiflich erscheinen, weshalb bei Neigung der Trennungslinien gegen den Horizont die Doppelbilder horizontal erscheinen. Das Räthselhafte der Erscheinung blieb immer für Meissner in Dunkelheit eingehüllt, und musste es auch nothwendig bleiben. Bei der — wie ich glaube — richtigen Erklärung des Versuches, die ich oben gegeben, wird dem Beobachter Alles vollkommen begreiflich und klar.

Ich sagte, dass dieser Versuch, den Meissner für seine Ansicht so geschickt auszubeuten wusste, gerade der beste Prüfstein sei, woran die Unrichtigkeit und Unhaltbarkeit derselben unmittelbar dargethan werden kann. Wir werden so-

gleich einsehen, dass ich Meissner durch diese Behauptung kein Unrecht gethan. Es folgt aus dieses Forschers Erklärungsweise des genannten Versuches und dessen Horoptertheorie, dass bei einer Neigung der Visirebene von 45 Grad nach unten, die Linie LL' nicht mehr doppelt erscheinen kann; denn in diesem Falle, wie man sich erinnern wird, soll die Neigung der Trennungslinie = 0 sein, so dass diese horizontalen Trennunglinien mit den horizontalen Netzhautmeridianen zusammenfallen. Die Meissner'sche Lehre erheischt also nothwendig in diesem Falle das Einfacherscheinen der Linie; und wirklich hat Meissner, seiner irrigen Theorie zu Liebe, den Thatsachen bis zu dem Grade Gewalt angethan, dass er behauptet, die Linie erscheine, bei Neigung der Visirebene von 45 Grad nach unten, vollkommen einfach, während sie thatsächlich gerade ebenso doppelt erscheint, wie bei horizontaler Visirebene. „Die bei den letzten Versuchen beschriebenen Erscheinungen, sagt Meissner[1]), nehmen zu, wenn die Visirebene aus der horizontalen Richtung aufwärts geneigt wird, und es ist daher zu empfehlen, um die fraglichen Erscheinungen recht deutlich und auch leichter wahrzunehmen, die Versuche anfangs bei aufwärts gerichteten Sehaxen anzustellen, von wo ab man dann die allmälige Abnahme des Kreuzungswinkels beobachten wird, während die Visirebene nach und nach herabgeneigt wird. Je mehr man sich der Neigung von + 45 Grad nähert, desto kleiner wird der Kreuzungswinkel der Doppelbilder, und bei dieser Neigung der Visirebene decken sich die Doppelbilder der in der Visirebene liegenden Linie. — Es erscheint jetzt die ganze Linie einfach, so wie dann der Horopter senkrecht zur Visirebene steht. Fährt man in der Bewegung der Sehaxen fort, so beginnen dieselben Erscheinungen wie vorher in umgekehrter Weise aufzutreten u. s. w.“ — Man muss wirklich erstaunen, dass ein Beobachter wie Meissner seine Versuche so flüchtig anstellen konnte, dass er eine solche Ansicht aufzustellen wagte. An der ganzen Erzählung ist

1) A. a. O. S. 53.

kein einziges Wort richtig. Bei jeder Neigung der Visirebene bleibt der Kreuzungswinkel immer derselbe, vorausgesetzt wenigstens, dass der Abstand des fixirten Punktes von der Mitte der Verbindungslinie beider optischen Mittelpunkte immer derselbe bleibt, und in keinem Falle erscheint die Linie einfach. Es wird immerhin ein Räthsel bleiben, wie Meissner bei einer so einfachen Art des Experimentirens zu so unbegreiflichen Resultaten kam. Die Linie erscheint immer in verkehrten Doppelbildern und zwar nicht, weil die horizontalen Trennungslinien mit den horizontalen Meridianen nicht zusammenfallen, — denn wenn dies wirklich einträte, so würden die Doppelbilder gegen die Visirebene geneigt erscheinen müssen, — sondern, weil die Augen für den Endpunkt der Linie allein accommodirt sind, so dass die übrigen Punkte derselben Zerstreuungskreise auf nicht identischen Hälften der Netzhäute erzeugen.

Wenn aber die horizontalen und verticalen Trennungslinien mit den horizontalen und verticalen Meridianen immer zusammenfallen, dann kann die bekannte Meissner'sche s. g. verticale Horoptertheorie nicht mehr bestehen. Dieselbe sollte bekanntlich eine, durch den fixirten Punkt gehende, gegen die Visirebene je nach der Entfernung des fixirten Punktes verschieden geneigte, gerade Linie sein. Die Existenz einer solchen Horopterlinie kann sich mit dem beständigen Parallelismus der verticalen Meridiane beider Augen nimmermehr zusammenreimen lassen; auch existirt sie in der That nicht, und wenn sie gleich nicht geradezu ein Hirngespinnst, wie das Einfacherscheinen der Linie LL' bei Neigung der Visirebene von 45 Grad nach unten im oben auseinandergesetzten Versuche, zu nennen ist, so kann doch Meissner nur durch eine oberflächliche Beobachtungsweise zu derselben gelangt sein. Es existirt zwar wirklich eine in der medianen Verticalebene enthaltene Horopterlinie; diese steht aber immer senkrecht zur Visirebene und stimmt also mit der von Alexandre Prévost und später von Fritz Burckhardt theoretisch bestimmten verticalen Linie

einfach gesehener Punkte vollkommen überein. Es ist um so bedauernswerther, dass Meissner die theoretischen Angaben dieser beiden Männer nicht würdigte, als Alexandre Prévost's Dissertation zur Zeit der Veröffentlichung der Meissner'schen Schrift längst bekannt war. Ich kann sogar nicht umhin, mein Bedauern hier auszusprechen, dass Meissner Alex. Prévost's Aufsatz nicht einmal der Erwähnung würdig erachtete, da ich durch eine briefliche Mittheilung Burckhardt's erfahren habe, dass dieser die Aufmerksamkeit Meissner's auf diesen Aufsatz ausdrücklich und zwar zu einer Zeit lenkte, wo sich Meissner mit seinen erst später veröffentlichten Untersuchungen abgab.

Die Meissner'schen Versuche über die angebliche Neigung der verticalen Horopterlinie habe ich sorgfältig wiederholt, indem ich einen vom Meissner'schen nicht wesentlich verschiedenen Apparat benutzte. Ein graduirter Halbkreis wird an einem Lineal (Fig. 5) befestigt und eine lange, dünne

Fig. 5.

Nadel RR' an dessen Mittelpunkt so angebracht, dass sich

dieselbe in einer Verticalebene um das Centrum des Halbkreises bewegen lässt. In A liegt der fixirte Punkt auf einer verschiebbaren Stange, deren Länge dem verticalen Abstande vom unteren Rande des Septum narium bis zur Mitte der Verbindungslinie beider Pupillen gleich genommen werden muss, einem Abstande, der vermittelst eines Cirkels leicht gemessen werden kann. Es wird nun das Lineal horizontal gehalten, so dass sich dessen Ende an die Oberlippe gleich unterhalb des Septums anlehnt, und man sieht, indem der Punkt A mit beiden Augen fixirt wird, was für eine Neigung der Linie RR′ gegeben werden muss, damit deren Doppelbilder einander parallel erscheinen. Wenn diese Stellung der Nadel einmal gefunden ist, so kann man am Halbkreise den Betrag der Neigung der Nadel gegen die Visirebene sogleich ablesen. Ich fand beständig, nicht nur bei horizontaler Visirebene, sondern auch bei jeder möglichen Neigung derselben, dass der Winkel n circa 90 Grad beträgt. Ich sage circa, denn eine solche Bestimmung kann nur annäherungsweise vorgenommen werden, weil eine Veränderung von mehreren Graden in der Neigung der Linie RR′ innerhalb der meridianen Verticalebene, einer gegenseitigen Neigung der beiden Doppelbilder von nur wenigen Minuten in einer senkrecht darauf gerichteten Ebene entspricht. Erst wenn die Nadel so gesteckt wird, dass sie mit dem Horizont einen bedeutend kleineren Winkel als 90 Grad bildet, wenn dieser Winkel z. B. 85 Grad beträgt, nimmt man eine leichte Convergenz — angenommen dass die Nadel vor dem fixirten Punkte steht — nach oben wahr. Das Ergebniss des Versuches bleibt nicht nur bei jeder möglichen Neigung der Visirebene, sondern auch bei einer beliebigen Entfernung des fixirten Punktes dasselbe, und es folgt daraus, dass die Horopterlinie, da die Nadel in der bezeichneten Lage derselben parallel sein muss, in allen Fällen senkrecht zur Visirebene steht.

Wie ist nun Meissner zu seinen abweichenden Resultaten gelangt? Wie konnte er zur Annahme verführt werden, dass bei horizontaler Visirebene der Winkel n weniger

als 90 Grad betrage? Es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass sein Irrthum in der Schwierigkeit seinen Grund habe, die mit der Bestimmung einer genau horizontal liegenden Visirebene verbunden ist. Beim Experimentiren mit meinem Apparat (und mit dem Meissner'schen verhält es sich ebenso) verfällt man sehr leicht in grobe Irrthümer, sobald die Stützstange des fixirten Punktes A nicht die gehörige Länge besitzt. Wenn z. B. der fixirte Punkt irrthümlich in a anstatt A aufgestellt worden wäre, dann würde die Durchschnittslinie der Visirebene durch die mediane Verticalebene durch ar angegeben und die Nadel in $\varrho\varrho'$ gebracht werden müssen, damit deren Doppelbilder einander parallel erscheinen. Beim Ablesen des Winkelbetrages würde man dann irrthümlich zu finden glauben, dass $n = 90^\circ - \varrho$. Der Irrthum würde einfach davon herrühren, dass man fälschlich vorausgesetzt, die Visirebene sei dem Lineal genau parallel. Dass dies wirklich der Grund des Meissner'schen Missgriffes ist, erscheint noch wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass der Theorie dieses Forschers gemäss, der Winkelbetrag von n sich um so mehr dem Werthe 90 Grad nähert, je weiter der fixirte Punkt vom Beobachter entfernt wird, bis zuletzt bei unendlicher Entfernung desselben der Winkel genau 90 Grad beträgt. Nun wird man wirklich diese Veränderungen im Werthe des Winkels bei Verschiebung der Stützstange eintreten sehen, sobald man diese zu kurz gewählt hat, bis endlich bei unendlicher Entfernung derselben der Irrthum verschwindend klein wird.

Das ganze Gebäude, welches von Meissner mit so grossem Aufwande von anscheinend genauen Zahlen und Formeln aufgestellt worden, stürzt also zusammen, und ich kann nicht umhin, da diese sich vielleicht etwas breit machende mathematische Gelehrsamkeit Manchem imponiren dürfte, hier hervorzuheben, dass Meissner den Werth seiner Berechnungen mitunter ungemein überschätzt. So z. B. glaubte er aus verschiedenen Gründen die Gleichung

$$\cot x = \cot n \cdot \frac{AC}{CF}$$

anfstellen zu dürfen, worin x = dem Winkel, den die verticalen Trennungslinien mit den horizontalen Meridianen machen; n = dem durch die betrachtete Linie und den Horizont gebildeten Winkel; AC = der Hälfte der Verbindungslinien beider Augenmittelpunkte und CF = dem Abstande der beobachteten Linie bis zur Mitte der Verbindungslinie. Durch Versuche kommt Meissner zur Kenntniss des Werthes von $\angle$ n. Darauf nimmt er CF = z. B. 23 Cent., und die Entfernung des fixirten Punktes = 25 Cent. an, wobei vorausgesetzt wird, dass AC = 3 Centimeter. Daraus berechnet er log. cot x = 8,4759504 mit sieben Decimalstellen, was bereits überflüssig ist. Dieser Werth entspricht einem Winkel x = 88° 17′. Vermittelst einer zweiten Gleichung, worin cot x als bekannte Grösse enthalten ist, berechnet Meissner die Neigung der Horopterlinie gegen den Horizont[1]) und er findet für diesen besonderen Fall, dass diese Neigung 77° 5′ beträgt. — Nun aber war der Ausgangspunkt, wie man sich erinnert, der durch den Versuch gefundene Werth des Winkels n, und Meissner giebt selbst zu, dass diese Bestimmung einen ungefähren Irrthum von 1 bis 2 Grad zulässt, und alle diejenigen, die das Experiment nachmachen, werden wohl zugestehen, dass mit 4 bis 5 Grad nicht zu viel gesagt worden wäre. Meissner würde also selbst zugeben, dass er für den Winkel n einen Werth von 78° anstatt 76° hätte annehmen können. Wir wollen also jetzt erwägen, zu welchem Ergebniss eine solche Abänderung führen würde. Indem ich mich mit einer Annäherung von vier Decimalstellen begnüge, was für diesen Zweck vollkommen hinreichend ist, finde ich log. cot x = 8,4076, woher $\angle$x = 88° 32′, einen Werth, welcher von dem von Meissner berechneten (88° 17′) bereits bedeutend abweicht, und wenn ich nun von diesem Werthe ausgehe, um vermittelst der zweiten Meissner'schen Gleichung die Neigung der Horopterlinie zu berechnen, so finde ich nicht mehr

1) Meissner nimmt sonderbarer Weise an, dass die beobachtete Linie, deren Doppelbilder einander parallel erscheinen, der Horopterlinie nicht genau parallel ist. Ich werde weiter unten darauf zurückkommen.

77° 5′, sondern 78° 55′. Es stellt sich also heraus, dass Meissner ein viel zu grosses Gewicht auf seine Zahlen gelegt hat, denn er stützt sich auf Abweichungen von wenigen Minuten in seinen berechneten Resultaten, um eine — keineswegs dem Abstande des fixirten Punktes proportionale — Schwankung der Neigung der Horopterlinie anzunehmen. Diese Neigung, die er zu 81° 57′ für einen Abstand des fixirten Punktes von 8 Centimetern berechnet, würde nach seiner Annahme bis zu einem Werthe von 82° 33′ (Diff. 0° 36′) für einen Abstand von 10 Cent. steigen; und von da an würde dieser Werth für weitere Entfernungen abnehmen, um später wieder zuzunehmen u. s. w. Man sieht also, was man für ein Vertrauen auf diese scheinbar so genauen Messungen — welche aber dabei zu einem höchst unwahrscheinlich klingenden Ergebniss, nämlich zur Annahme einer unregelmässigen, keinem Gesetze unterworfenen, mit der Entfernung des fixirten Punktes bald ab- bald zunehmenden Schwankung der Neigung der Horopterlinie zwingen — legen darf!

Man erstaunt nicht wenig, wenn man einsieht, in was für Unwahrscheinlichkeiten und mitunter gar Ungereimtheiten Meissner gerathen musste, um seine Theorie aufrecht erhalten zu können, ohne dass er jemals über seinen eigenen Irrthum ins Klare kommen konnte. Ich habe schon angedeutet, dass er annimmt, die s. g. verticale Horopterlinie sei nicht genau der beobachteten, in parallelen Doppelbildern erscheinenden Linie parallel. Die darauf bezügliche Stelle in Meissner's Schrift ist zu sonderbar, als dass ich unterlassen könnte, dieselbe hier der Merkwürdigkeit halber in extenso anzuführen:

„Es ist nun am Orte, sagt er [1]), einen Fehler zu verbessern, welchen ich oben mit Hinweisung auf diese Bemerkung absichtlich begangen habe, wenn ich sagte, dass der Stab, dessen Doppelbilder parallel erscheinen, parallel der verticalen Horopterlinie gerichtet sei. Dieser Ausdruck ist nämlich theils richtig, theils falsch. Richtig ist er insofern, als

1) A. a. O. S. 29.

die Retinabilder des Stabes allerdings parallel den die mittlere verticale Horopterlinie repräsentirenden Trennungslinien verlaufen und der Stab somit für das Auge, für den Beobachter in jedem Punkte gleichweit vom Horopter entfernt ist oder entfernt zu sein scheinen muss, d. h. in parallelen Doppelbildern gesehen wird. Falsch aber ist der Ausdruck, weil gleichsam für einen objectiven Beobachter, oder absolut im Raume die verticale Horopterlinie nicht parallel dem geneigten Stabe verläuft, sondern einen etwas grösseren Winkel mit der Visirebene einschliesst."

Ich muss gestehen, dass ein grösserer Scharfsinn als der meinige dazu erforderlich ist, um zu begreifen — da es sich keineswegs um eine Perspectivfrage handelt — wie diese beiden Linien (der beobachtete Stab und die Horopterlinie) für den Beobachter in jedem Punkte gleichweit entfernt von einander sein können, während sie thatsächlich gegen einander geneigt sein sollen. Damit wird das eine Mal gesagt, dass beide Linien oder deren Verlängerungen einander schneiden und das andere Mal, dass sie einander nicht schneiden. Man wird sogleich sehen, zu welcher Ungereimtheit eine solche Annahme unvermeidlich führt. Wenn die Meissner'sche Behauptung begründet wäre, so würde nothwendig daraus folgen, dass eine zwischen dem Gesichte und dem fixirten Punkte in der mittleren Verticalebene, der Horopterlinie genau parallel gehaltene Linie in convergirenden Doppelbildern erscheinen, d. h. zu zwei Doppelbildern Veranlassung geben müsste, die einen gemeinschaftlichen Punkt besitzen. Dieser Punkt würde also, obgleich dem Horopter nicht angehörig, dennoch einfach gesehen werden. Damit ist es aber noch nicht genug: nach der Meissner'schen Lehre ist eine in der mittleren Verticalebene so gehaltene Linie, dass deren Doppelbilder einander genau parallel erscheinen, der s. g. verticalen Horopterlinie nicht parallel, woraus natürlicherweise folgt, dass diese Linie oder deren Verlängerung die Horopterlinie irgendwo durchschneiden muss, denn beide Linien sind in derselben Verticalebene enthalten. Nun aber kann dieser Durchschnittspunkt, obgleich

dem Meissner'schen Horopter angehörig, unmöglich einfach erscheinen, da dessen Bild sowohl dem einen, wie dem anderen Doppelbild der beobachteten Linie angehören muss, und wir wissen, dass diese parallelen Doppelbilder keinen einzigen gemeinschaftlichen Punkt besitzen. Wenn daher Meissner's Formeln und Horopterlehre richtig wären, so würde der Horopter einen doppelt gesehenen Punkt enthalten, ja sogar würde dieser Horopter — da man bei allmäliger Verrückung der Linie sowohl vor wie hinter dem fixirten Punkte, einen jeden Punkt der Horopterlinie zum Durchschnittspunkt durch die zum Versuche dienende Linie machen kann — aus lauter doppelt gesehenen Punkten bestehen, was offenbar ein Unsinn ist.

Es steht also fest, dass die Meissner'sche Horopterlehre als eine durchaus verfehlte zu betrachten ist, und die älteren Bestimmungen des Horopters treten in ihre Rechte wieder ein. Es ist namentlich jetzt für mich durch Versuche hinreichend klar dargethan, nicht nur, dass sowohl der in der Visirebene enthaltene Horopterkreis von Pierre Prévost, Vieth und Johannes Müller, wie auch die senkrecht zur Visirebene stehende gerade Linie von Alexandre Prévost und Burckhardt aus lauter einfach gesehenen Punkten wirklich bestehen, sondern auch — einer früher von mir fälschlich aufgestellten Meinung zuwider — dass ausser diesen beiden Linien keine andere Punkte des Raumes einfach gesehen werden. Viele Beweise hierfür werde ich hier nicht anführen, und ich will mich damit begnügen, sowohl auf meine verschiedenen Notizen in den Archives de la Bibliothèque universelle, wie auf Alex. Prévost's Aufsatz in derselben Zeitschrift zu verweisen. Es möge mir nur noch gestattet werden, hier einen leichten Versuch anzuführen, wodurch man sich nicht nur davon überzeugen kann, dass die Visirebene ausser dem fixirten noch andere einfach gesehene Punkte enthält, sondern auch annäherungsweise, dass diese Punkte einen Kreis bilden. Man halte in

der Visirebene, mit der Gesichtsfläche etwa parallel und vor dem fixirten Punkte, einen mit einem Knoten versehenen Seidenfaden. Dieser Faden wird — da seine einzelnen Theile, weil er in der Visirebene liegt, zu einer Reihe ganz gleicher und einander deckender Doppelbilder Veranlassung geben — einfach, der Knoten dagegen doppelt und zwar in verkehrten Doppelbildern erscheinen. Wenn man nun den Faden langsam vor dem Gesichte vorüberzieht, wobei derselbe stets in der Visirebene bleiben muss, so bemerkt man, dass die beiden Doppelbilder des Knotens sich nähern und endlich vereinigen. In diesem Augenblick durchschneidet der Knoten den Horopterkreis und erscheint daher einfach. Weiter hinaus gehen die Doppelbilder wiederum auseinander. Beim Wiederholen des Versuches für sehr verschiedene Entfernungen des Fadens, indem derselbe Punkt stets fixirt wird, kann man sich vergewissern, dass der Horopter in der Visirebene vom Pierre Prévost'schen Kreise nicht viel abweichen kann.

Zum Schlusse möchte ich noch einen Versuch von Baum und Meissner kurz besprechen, dessen Ergebniss sich mit der Richtigkeit des Pierre Prévost-schen Horopterkreises nur schwer in Einklang bringen zu lassen scheint. Es sei OO′A (Fig. 6) der Horopterkreis, wobei zu bemerken ist, dass O und O′ die Augenmittelpunkte und A der fixirte Punkt sind. Die in der Visirebene enthaltene und durch den Punkt A gelegte Linie RR′ giebt zu

Fig. 6.

zwei einander in A schneidenden Doppelbildern Veranlassung. Wenn wir nun die Linie RR' eine Winkeldrehung um den Punkt R bis in RR' beschreiben lassen, so müssen sich die Doppelbilder der Linie RR' in a schneiden. Es ergiebt sich indessen meist beim Anstellen des Versuches, dass dieser Durchschnittspunkt etwas weiter vom Beobachter, z. B. in a' gelegen zu sein scheint. Dies ist sogar der Grund, weswegen Meissner annahm, die Horopterlinie sei in der Visirebene — bei Neigung dieser Ebene von 45 Grad nach unten — kein Kreis, sondern eine Gerade.

Solche Versuche sind keineswegs so leicht anzustellen, wie man glauben möchte, weil es sehr schwer ist, den Punkt A genau zu fixiren und sich zugleich darüber Rechenschaft zu verschaffen, wie die gegenseitige Durchschneidung der Doppelbilder von RR'' statt hat. Auch bemerkt man meist, wenn man Anstrengungen macht um Beides zugleich zu Stande zu bringen, dass der Durchschnittspunkt sich allmälig entfernt und dem Punkte R'' nähert; indessen kann man sich auch vergewissern, dass je mehr sich dieser Punkt entfernt, um so weniger der Punkt A scharf ins Auge gefasst wird, ja sogar, dass dieser Punkt doppelt erscheint. Diese Abnahme der Convergenz der Sehaxen, beim Versuch zu beobachten, was in a geschieht, erklärt sich sehr leicht. Wenn nämlich A scharf fixirt wird, dann kann a nur sehr undeutlich wahrgenommen werden, weil dessen Bilder auf allzu excentrische Theile der beiden Netzhäute fallen. Deswegen, wie es sich leicht begreifen lässt, trachtet der Beobachter, falls er sich über den Sachverhalt in a Rechenschaft zu geben sucht, unwillkürlich danach, die Bilder des Punktes a auf empfindlichere, d. h. weniger excentrische Theile der Netzhäute zu bringen. Dieses geschieht durch eine Verminderung der Convergenz der Sehaxen am leichtesten, wobei aber der Durchschnittspunkt der beiden Bilder von RR'' sich vom Beobachter zu entfernen scheinen muss, wie es auch in der That eintritt. Beim häufigen Anstellen des Versuches gewinnt man sehr bald die Ueberzeugung, dass diese Art des Experimentirens zu bedeutenden Irrthümern ungemein

leicht Veranlassung giebt, dass sich aber der Durchschnittspunkt a' dem Punkte a um so mehr nähert, je schärfer A in's Auge gefasst wird, bis schliesslich a' mit a genau zusammenfällt.

Ueber den Einfluss der Nerven auf die Farbe des Venenblutes.

(Briefliche Mittheilung an Prof. du Bois-Reymond.)

Von

Prof. Hermann Meyer.

Zürich, den 21. März 1859.

Mit vielem Interesse habe ich in dem ersten Hefte dieses Jahrganges des nunmehr von Ihnen und Reichert herausgegebenen Archivs die Mittheilung von Bernard über den Einfluss der Nerven auf die Farbe des Venenblutes gelesen. Ich zweifle nicht daran, dass die dort niedergelegten Versuche der Ausgangspunkt für viele verwandte Versuche sein werden, und fühle mich dadurch aufgefordert, die Mittheilung nicht zurückzuhalten, dass dieser Gegenstand für mich keineswegs etwas Neues ist und dass ich sogar im Jahre 1844 bereits eine Versuchsreihe darüber begonnen hatte, welche indessen durch meine Uebersiedelung nach Zürich unterbrochen und später nicht mehr aufgenommen wurde, da meine Studien sich in Folge des veränderten Thätigkeitskreises einer anderen Richtung zuwandten. — Um mir jedoch nicht eine Priorität anzumassen, welche mir keineswegs zukommt, will ich sogleich anführen, dass ich jene Versuchsreihe begonnen habe angeregt durch frühere ähnliche Versuche, über welche Sie mir zuerst einen kurzen Bericht gestatten mögen.

Im Jahre 1809 veröffentlichte A. G. F. Emmert in Reil und Autenrieth's Archiv Band IX. S. 380 ff. einen

Aufsatz: Ueber den Einfluss des herumschweifenden Nerven auf das Athmen. In demselben berichtet er zuerst über die Versuche von Dupuytren und Dupuy und deren Controllirung durch Hallé und Pinel. — Dupuytren und Dupuy durchschnitten nämlich den N. vagus beider Seiten bei Pferden; sie fanden dann die Athmungsbewegungen ungestört [1]), aber das Arterienblut wurde nach dieser Operation „dunkel und schwarzroth." Wurde der N. vagus beider Seiten nur freigelegt und in Zwischenräumen einem mässigen Drucke ausgesetzt, so war das Arterienblut in den Zeiten des Druckes auf beide Vagi schwarz und in den Zeiten der Intermissionen des Druckes wieder roth [2]); — „und so kann man wiederholt die Farbe des Blutes aus der rothen in die schwarze, und aus dieser wieder in die rothe übergehen machen." — Hallé und Pinel bestätigten im Wesentlichen diese Erfahrungen und bemerkten dabei, dass beim Hunde die beschriebene Erscheinung weniger auffallend sei als bei dem Pferde. Die Schlüsse der genannten vier Beobachter lauten (S. 387):

1) Die Färbung des Blutes steht in einem geraden Verhältniss mit dem Zustand der Lungennerven.

3) Die abwechselnde Erscheinung des Ein- und Ausathmens reicht für die Bestimmung der Wirkung der eingeathmeten Luft und ihrer Einwirkung auf das Blut bei dem Athemholen nicht zu.

4) Man muss dabei noch die Mitwirkung des Einflusses der Nerven auf die Lungen zu Hülfe nehmen; nur dieser Beitritt der Nerven lässt das Spiel der chemischen Verwandtschaften in dem lebenden Organismus zu und ohne ihn äussert sich die Wirkung dieser Verwandtschaften gar nicht.

Emmert berichtet darauf unter Vorlegung seiner Versuche, dass er zwar im Wesentlichen die Ergebnisse jener Versuche bestätigen müsse, dass er indessen in der Erklä-

---

1) Doch wohl nicht, vielmehr heisst es a. a. O. S. 384: „Auf das völlige Zerschneiden des zweiten Vagus erweiterte das Thier seine Nasenlöcher, sperrte das Maul auf, streckte den Hals aus und athmete unter grosser Anstrengung und unter kläglichen Tönen." E. d. B.-R.

2) Vergl. hierzu E. H. Weber in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Artikel „Tastsinn und Gemeingefühl." Bd. III. Abth. II. S. 501. 502. E. d. B.-R.

nung der Erscheinung von den genannten Beobachtern abweichen müsse; indem ihm die dunkele Farbe des Arterienblutes nur von mangelhafter Luftzufuhr abzuhängen scheine; er finde wenigstens, dass dasselbe wieder hellroth werde, wenn man durch künstliche Respiration eine vermehrte Luftmenge in die Lunge einführe.

Im Jahre 1820 veröffentlichte sodann Krimer seine „physiologischen Untersuchungen" (Leipzig bei Carl Cnobloch). Er theilt in demselben unter dem Titel: „III. Versuche und Beobachtungen über die durch Verletzungen des Nervensystems entstandenen Störungen in der Verrichtung des Körpers" folgende Versuche mit:

Versuch 1 (S. 136): einem Mops wird der N. cruralis und der N. ischiadicus beider Seiten durchschnitten und nach 10 Minuten „erschien das Blut der Schenkelvene heller roth als gewöhnlich; es hatte durchaus nicht die dunkle Farbe des Venenblutes."

Versuch 6 (S. 146): einem Kaninchen wird der N. ischiadicus und der N. cruralis durchschnitten, und es zeigt sich hierauf, „dass das Blut der Schenkelvenen fast ebenso hellroth war, wie das Arterienblut."

Versuch 8 (S. 149): einem grossen Hunde wird ein halber Scrupel „wesentliches Bittermandelöl" in die Mundhöhle gegossen; neben den in dem Nervensystem hervortretenden Vergiftungserscheinungen wird dabei bemerkt, dass „das Blut der Schenkelvenen von dem der Schenkelschlagadern in der hellen Röthe nicht mehr verschieden" war. — Es werden hierauf zehn Tropfen „wesentliches Bittermandelöl" in einer Drachme Olivenöl durch die Jugularvene injicirt; bald nachher erschien das Venenblut zuerst „mit hellrothen Streifen durchzogen und dunkler als zuvor", dann aber „auffallend heller roth als gewöhnlich, fast so hell wie Arterienblut"; nach 2 Stunden war „das Blut der Jugularvenen von dem der Carotiden nur wenig unterschieden, in den Schenkelblutadern schien es jedoch etwas dunkler zu sein." — Der Hund wird jetzt durch einen Schlag auf den Kopf betäubt und künstliches Athmen eingeleitet; das Blut mehrerer Venen „des Halses, des Hinterleibes und der Gliedmassen" zeigt sich auch dann noch „fast wie das der Arterien hellroth." — Es wird nun an einer Stelle das Hirn durch Entfernung der Schädeldecke und der Dura mater freigelegt und die Pole einer galvanischen Säule angelegt, an das Hirn der positive Pol, an beide Schenkelnerven der negative. Die hierauf eintretende Erscheinung wird in folgenden Worten beschrie-

ben: „Während eines Zeitraums von vierzig Secunden erschien das Venenblut der Jugularvenen wieder mit dunkelrothen Blutstreifen vermischt und wurde endlich nach dieser Zeit wieder völlig dunkelroth. Nachdem die Poldrähte abgenommen worden waren, wurde bei fortwährend unterhaltenem Athemgeben das Venenblut wieder hellroth. Auffallend war diese Erscheinung des hellrothen Färbens des Venenblutes in den Gehirnvenen, wo dasselbe bei der Anwendung des Säulenreizes sogleich dunkelroth, bei Entziehung desselben sogleich hellroth ward." Dieselben Erscheinungen zeigen sich nach Wegnahme des Gehirnes und Anlegung des positiven Poles auf die Medulla oblongata. Bei fortgesetztem künstlichen Athmen ist dann noch nach anderthalb Stunden „das Blut aller Venen, wie das der Schlagadern, hellroth."

Versuch 9 (S. 152): einem Kaninchen wird der Plexus brachialis durchschnitten und nach 4 Minuten ist „das Blut der Armvenen hellroth und von dem Blute der Arterie nicht zu unterscheiden."

Versuch 10 (S. 152): Wiederholung von Versuch 8 mit gleichem Erfolge.

Versuch 13 (S. 154): einem grossen Hunde wird der Plexus brachialis durchschnitten, nach acht Minuten „konnte man das hellrothe Blut der Achselvenen von dem der Achselpulsader nicht unterscheiden." „Nun wurde das untere Ende des durchschnittenen Nervengeflechtes mit dem Drahte des positiven Pols einer sechspaarigen Volta'schen Säule, und die Fusszehen dieses Fusses mit dem negativen Poldraht in Verbindung gesetzt, wonach das Venenblut sogleich dunkelroth wurde, und so wurde es öfter nach der Hinwegnahme der Poldrähte wieder hellroth, und bei deren Anlegung dunkelroth."

Versuch 14 (S. 155): einer Katze wird das kleine Gehirn entfernt und künstliches Athmen eingeleitet; nach einer halben Stunde ist das Blut der Mesenterialvenen „auffallend hellroth"; nach anderthalb Stunden ist das Blut der beiden Hohladern „zwar dunkelroth, doch mit hellrothen Streifen durchzogen."

Aus diesen Versuchen schliesst Krimer (S. 172):

27) Das hellrothe Blut der Arterien geht in die Venen als solches über, ohne in den Capillargefässen dunkelroth gefärbt zu werden, sobald ihm mittels der Durchschneidung oder Ertödtung der Nerven der Einfluss derselben entzogen wird.

28) Nach der Durchschneidung der Nerven vermag, statt der Nerven, der Einfluss der Volta'schen Säule, das aus den Arterien in die Venen übergehende Blut dunkelroth zu färben.

Was nun meine eigenen Versuche über den angeregten Gegenstand angeht, so kann ich in dem Berichte über dieselben kurz sein, indem dieselben kein wesentlich neues Ma-

terial liefern. Ich finde in meinen Aufzeichnungen aus dem Jahre 1844 folgende Versuche angeführt:

1) einem Kaninchen wird der N. ischiadicus freigelegt und eine benachbarte Hautvene geöffnet; nach Durchschneidung des N. ischiadicus fliesst aus dieser das Blut anfangs noch dunkel, dann aber hell. — Sieben Tage nach der Operation fliesst das Blut aus derselben Hautvene noch hell.

2) Derselbe Versuch mit dem gleichen Erfolge; — das Hellsein des Venenblutes wird noch am fünften Tage nach der Operation beobachtet.

3) einer Katze wird der N. ischiadicus freigelegt und eine Schlinge um denselben gebunden; das Blut einer benachbarten Hautvene fliesst heller; zum Vergleiche dient die Farbe des Blutes aus einer an dem unversehrten Schenkel angestochenen Hautvene.

4) einem Kaninchen werden beide N. vagi durchschnitten; — das Blut der Carotis zeigt sich hierauf etwas dunkler.

5) derselbe Versuch mit dem gleichen Erfolge.

6) derselbe Versuch, wobei sich indessen das Blut der Carotis mit schwarzen Streifen untermischt zeigt.

Wesentlich neues Material hatten demnach meine Versuche zur Zeit ihrer Unterbrechung nicht geliefert. Ich hatte nur die helle Farbe des Venenblutes noch einige Tage nach der Operation constatirt. Dagegen war ich aber bemüht, eine Erklärung für die fragliche Erscheinung zu finden. Dass mir die Annahme eines directen Einflusses der Nerven auf das Blut, wie solche von Dupuytren und Krimer aufgestellt war, nicht zusagen konnte, ist begreiflich. Ich suchte, wie Bernard, die Erklärung in den mechanischen Verhältnissen der Ausdehnung der Gefässe durch Lähmung ihrer Nerven und dachte mir, dass die damit gegebene grössere Blutfülle Ursache dafür werde, dass zur Zeit des Wiederaustritts des Blutes aus den Capillaren ein Theil desselben noch unverändert sein müsse, und dass deshalb eine gewisse Menge noch unveränderten Blutes durch die Venen der betreffenden Theile geführt werde, so dass aus den Lungen

noch theilweise schwarzes Blut komme und aus den Extremitäten noch theilweise helles Blut. — Von diesem Standpunkte aus veranstaltete ich folgenden Versuch zwei Mal mit dem gleichen Erfolge:

Ich unterband bei einem Kaninchen beide Nierenarterien und eine (die linke) Art. iliaca communis, so wie alle sonst erkennbaren kleineren Rumpfäste der Aorta abdominalis; nur die eine (die rechte) Art. iliaca communis blieb noch offen. Ich beabsichtigte durch diese Operation eine Plethora ad spatium für das rechte Hinterbein zu erzeugen und damit die gleiche Bedingung zu setzen, welche ich als Ursache der Erscheinung nach Nervendurchschneidung voraussetzte; ich wollte nämlich eine durch die verändernden Momente nicht zu bewältigende Blutmenge in das Bein einführen; — und nach meinen Aufzeichnungen floss nach dieser Operation auch das Blut aus der Vena iliaca communis der unversehrten Seite etwas heller und mit hellen Streifen gemischt.

Dieses sind die Ergebnisse meiner Versuche. Sie sehen, es sind nur Anfänge einer Versuchsreihe. Die Bernard-schen Versuche, welche mit diesen auf das Engste verwandt sind, lassen mich nun allerdings die Aufforderung fühlen, diese Versuchsreihe wieder aufzunehmen oder doch wenigstens die Ergebnisse der oben angeführten Versuche durch Wiederholung sicherer zu stellen; ich bin jedoch nicht nur für jetzt, sondern auch noch für längere Zeit durch andere Arbeiten so sehr in Anspruch genommen, dass es mir unmöglich ist, den fraglichen Gegenstand auf's Neue zur Hand zu nehmen. Ich erlaube mir deshalb das Obige, wie es ist, Ihnen einfach vorzulegen und um Aufnahme dieser Mittheilung in das Archiv zu bitten; wenn nicht mehr, so enthält sie doch jedenfalls einige interessante geschichtliche Data.

Ueber den Sauerstoffgehalt des Venenblutes der drüsigen Organe im ruhenden und thätigen Zustande und über die Anwendung des Kohlenoxydgases zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes des Blutes.

Von

CLAUDE BERNARD.[1]

In einer Mittheilung an die Akademie vom 28. Februar d. J. habe ich gezeigt, dass im normalen Zustande[2]) das Venenblut der Drüsen hell ist, wenn diese Organe ihr Absonderungsproduct entleeren, dagegen dunkel, wenn dieselben Nichts entleeren und, wie man sagt, im Zustande der Ruhe sind. In einer anderen Mittheilung vom 9. August d. J.[3]) habe ich gezeigt, durch welchen physiologischen Mechanismus zwei

---

1) Aus den Comptes rendus etc. 6 Sept. 1858. t. XLVII. p. 393.

2) Im normalen Zustande ist die Erregung des secretorischen Nerven stets begleitet von einer Beschleunigung der Blutströmung und einer hellen Färbung des Venenbluts. Diese Erscheinungen sind um so schärfer ausgeprägt, je kleiner die Drüse und je unabhängiger sie durch die Anordnung ihrer Gefässe von dem Stromlauf der Nachbarorgane ist. Ich kenne keine Drüse, wo die Erscheinung so deutlich wäre, als bei der Submaxillaris des Hundes, welche alle diese Bedingungen erfüllt. Aber um die Abhängigkeit dieser verschiedenen Erscheinungen von einander nicht falsch zu verstehen, bitte ich zu bemerken, dass Alles, was ich gesagt habe, deutlich beweist, dass diese helle Färbung des Venenblutes eine Folge der Thätigkeit des Nerven ist, welche den Stromlauf beschleunigt, und nicht die Ursache der Absonderung, da sie auch nach Durchschneidung des Sympathicus auftritt, ohne dass Absonderung stattfände. Wenn man daher dem Abfluss des Blutes durch die Drüsenvene ein Hinderniss entgegenstellt, während man den Absonderungsnerven erregt, so kann die Absonderung noch vor sich gehen, obgleich das durch einen Nebenumstand in seiner Strömung verzögerte Blut nicht hell abfliessen kann. In manchen Drüsen grösseren Umfangs, wie in der Parotis des Pferdes, erneuert sich die gesammte Blutmenge schwieriger, sowohl in Folge ihrer Grösse, als auch wegen der Verbindung der Drüsenvene mit den Venen der benachbarten Muskeln, welche während der Kaubewegungen des Thieres ein äusserst dunkles Blut liefern. Daher hätte die Erscheinung an dieser Drüse nie entdeckt werden können, obgleich sie vorhanden ist, nur verdeckt durch die eben bezeichneten Umstände. Wenn man so Ursache und Wirkung gegen einander abwägt, so sieht man, dass die eigentliche physiologische Wirkung des Drüsennerven sei, den Stromlauf zu beschleunigen und das Venenblut hell zu machen, wenn die Beschleunigung so gross als möglich ist, und es ist kein Grund vorhanden, in den weniger ausgesprochenen Wirkungen, welche nur durch Nebenumstände bedingt sind, einen Widerspruch zu finden.

3) S. oben S. 90.

Arten von Nerven die Farbenänderungen, welche das Venenblut der Drüsen zeigt, beherrschen.[1] Heut wünsche ich die chemischen Veränderungen, welche mit dem Farbenwechsel des Blutes in einer und derselben Vene zusammenhängen, zu erforschen.

Ich muss mich jedoch beeilen zu sagen, dass es sich hier nicht um eine chemische Analyse des Blutes handelt. Bei dieser Untersuchung des Venenbluts der Drüsen soll nur die Rede sein von der Bestimmung der relativen Sauerstoffmenge, welchem Gase man stets die helle Farbe des Blutes zugeschrieben hat. Auch hätte ich mir diesen Eingriff in das Gebiet der Chemiker nicht erlaubt, wäre ich nicht von durchaus physiologischen Betrachtungen geleitet worden, wie sich bald zeigen wird, ein neues sehr einfaches Mittel zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts des Blutes anzuwenden.

Vor ungefähr zehn Jahren stellte ich Versuche über die Vergiftung von Thieren mit Kohlenoxydgas an, welche ich seitdem in meinen Vorträgen am Collège de France in den Jahren 1853 und 1856 wiederholt habe.[2] Bei dieser Untersuchung der Wirkung des Kohlenoxydgases auf das Blut des lebenden Thieres fand ich nun, dass dieses Gas dadurch schnell giftig wirke, dass es augenblicklich den Sauerstoff aus den Blutkörperchen verdrängt und seinerseits nicht wieder durch den Sauerstoff der Luft verdrängt werden kann. Daraus folgt, dass die Blutkörperchen gleichsam gelähmt und unfähig gemacht werden, Sauerstoff zu absorbiren, weshalb sie wie todte Körper, ohne ferner das Leben unterhalten zu können, kreisen. Kommen alle Blutkörperchen mit einer Menge Kohlenoxydgas in Berührung, welche hinreicht, all ihren Sauerstoff zu verdrängen, so tritt der Tod fast augenblicklich ein, und das Thier kann durch künstliche Athmung nicht in's Leben zurückgerufen werden; ist ein Theil des Bluts dem schädlichen Einfluss entzogen, so kann der Tod langsamer erfolgen u. s. w.

Mit einem Worte, ich betrachte die so ausserordentlich giftige Wirkung des Kohlenoxydgases als die Folge seiner

1) Seitdem habe ich meine Untersuchungen über die Nerven, welche den Capillarstromlauf beschleunigen oder verzögern, fortgesetzt und habe erkannt, dass diese beiden Nervenarten sich nicht nur in den Drüsen, sondern auch in anderen Körpertheilen finden. So habe ich insbesondere beim Hunde festgestellt, dass Fäden vom Ram. mylohyoïdeus vom N. alveol. inf. des Trigeminus den Stromlauf in den Gefässen des Gesichts beschleunigen. Ich werde diese Versuche anderweitig mittheilen, wenn ich mich nach und nach mit den Erscheinungen des Stromlaufs an verschiedenen Orten beschäftigen werde, welche noch so wenig bekannt sind.

2) Notes of Mr. Bernard's lectures on the blood; with an appendix by Walter F. Atlee, M. D. Philadelphia, 1854 p. 19 bis 22. — Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses. Paris 1857.

grossen Verwandtschaft zu den Bestandtheilen der Blutkörperchen. In der That ist seine Verwandtschaft grösser als die des Sauerstoffs, denn das Kohlenoxyd verdrängt den Sauerstoff schnell, während Sauerstoff seinerseits unfähig ist, das Kohlenoxyd zu verdrängen.

Diese eigenthümliche Art der giftigen Wirkung des Kohlenoxyds, welche ich zuerst erkannt zu haben glaube, führte mich ganz naturgemäss dazu, dieses Gas zur Austreibung des Sauerstoffs aus dem Blut anzuwenden. Dieses Mittel hat vor den älteren Methoden den Vortheil voraus, sehr schnell und genauer zu sein, weil eben durch die giftige Wirkung des Kohlenoxyds auf das Blut die Ursachen des Verschwindens von Sauerstoff während der Dauer der Operation ausgeschlossen sind.

Seit zwei Jahren habe ich dies Verfahren bei einer grossen Anzahl von Untersuchungen angewandt und im letzten Winter habe ich in meiner Vorlesung am Collège de France, welche sich hauptsächlich mit dem Studium des Blutes beschäftigte, öffentlich die Vorzüge dieses analytischen Hülfsmittels entwickelt, indem ich mich auf zahlreiche Versuche stützte, welche Herr Leconte anstellte und welche die Bestimmung der relativen Sauerstoffmenge im Blut verschiedener Körpertheile zum Zweck hatten.

Mein Verfahren ist kurz folgendes: Ich sauge das Blut aus den Gefässen mittelst einer getheilten Spritze und bringe es schnell mit Hülfe einer gebogenen eisernen Canüle in eine getheilte durch Quecksilber abgesperrte Glocke, welche das Kohlenoxydgas enthält. So bewahre ich also das Blut vor der Berührung mit der Luft (a. a. O. S. 166). Sobald das Blut hineingebracht ist, schüttle ich heftig, um die Mischung zu fördern und die Gerinnung zu verhindern. Ich lasse das Kohlenoxydgas und das Blut ein oder zwei Stunden bei einer Temperatur von 30 bis 40 Grad in Berührung und schüttle das Blut indessen zu zwei oder drei verschiedenen Malen. Das Volum des Gases ändert sich für gewöhnlich nicht, da das Kohlenoxyd ein gleiches Volum Sauerstoff verdrängt.[1]) Unter der Einwirkung des Kohlenoxyds sieht man alle Blutarten eine dauernde hellrothe Färbung annehmen, die ich schon seit langer Zeit als charakteristisch für die Wirkung des Kohlenoxyds bezeichnete, gleichgültig für das Blut in den Gefässen des lebenden Thieres, als für das ausser dem Körper mit dem Gas behandelte.[2])

1) Diese Verdrängung des Sauerstoffs durch das Kohlenoxyd in gleichem Volum, kündigte ich schon in der Vorlesung von 1856, S. 184 an. Seitdem habe ich jedoch gesehen, dass bei Gegenwart von viel Kohlensäure eine Vermehrung des Gesammtvolums eintritt.

2) Seitdem ich diese Eigenschaft des Kohlenoxydgases, das Blut dauernd hellroth zu färben und seine besondere giftige Wirkung auf die Blutkörperchen entdeckt habe und in meinen öffentlichen Vorlesungen mittheile, sind diese Thatsachen nach mir in verschiede-

Ich benutze gewöhnlich zu jedem Versuch 25CC Kohlenoxydgas auf 15CC Blut. Mit dieser Gasmenge kann aller Sauerstoff aus dem Blut verdrängt werden. Man kann sich davon überzeugen, indem man von Neuem Kohlenoxyd zusetzt, wo man dann keine merkliche Spur von Sauerstoff mehr erhalten wird.

Zur Analyse des Gasgemenges, in welchem der verdrängte Sauerstoff enthalten ist, bediente ich mich der gebräuchlichen Verfahrungsweisen: die Kohlensäure wurde durch Kali bestimmt, der Sauerstoff durch Pyrogallussäure, und das Kohlenoxyd, wenn man dazu seine Zuflucht nahm, mit Hülfe seiner Ueberführung in Kohlensäure durch den elektrischen Funken.

Nach dieser etwas langen Vorrede, welche ich jedoch für nothwendig hielt, komme ich zum eigentlichen Gegenstand meiner Mittheilung, nämlich zu der Frage, ob das helle Venenblut der Drüsen eben so viel oder mehr Sauerstoff enthält, als das dunkle. So glaubte ich nothwendig die Frage stellen zu müssen. Denn bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse konnte man nur zwei Annahmen über die Ursache der hellrothen Färbung des Venenblutes machen, welches sich aus der thätigen Drüse mit einer Heftigkeit ergiesst, welche, wie wir sagten, bei sehr starker Absonderung der Drüse, sich sogar bis zum Pulsiren, wie beim arteriellen, steigert. Man konnte meinen, das helle Venenblut sei nichts als arterielles, welches mit solcher Geschwindigkeit durch die Capillaren geströmt sei, dass es nicht Zeit gehabt, venös zu werden, d. h. sich seines Sauerstoffs zu entledigen, um dafür Kohlensäure aufzunehmen. Man konnte aber auch annehmen, das helle Venenblut sei gewöhnliches venöses Blut mit dem Unterschiede, dass es seine dunkle Färbung verloren, weil ihm, da es sich in der Zeit der Absonderung der Drüse bildete, von den Absonderungsproducten der Drüse seine Kohlensäure entzogen worden, welche es sonst dunkel gefärbt hätte, wie dies im Ruhezustande der Drüse der Fall ist, wo die Kohlensäure nicht entweichen kann. Diese letztere Ansicht gewann einen grossen Grad von Wahrscheinlichkeit dadurch, dass alle Absonderungsflüssigkeiten eine beträchtliche Menge Kohlensäure theils in Lösung, theils chemisch gebunden enthalten. Die Vergleichung des Sauerstoffgehaltes des Blutes bei seinem Eintritt in die Drüse und bei seinem Austritt aus derselben war allein im Stande, zwischen den beiden Hypothesen zu ent-

---

nen Werken veröffentlicht worden. Ich nenne insbesondere in dieser Beziehung die Schrift des Herrn Dr. Atlee in Philadelphia, welcher meine Vorlesung im Jahre 1858 gehört hat. Ganz neuerlich hat Herr Dr. F. Hoppe versucht, diese Eigenschaft des Kohlenoxydgases, das Blut dauernd hellroth zu färben, für gerichtlich medicinische Untersuchungen zu verwerthen. S. Archiv für path. Anat. v. Virchow, XI., 288. XIII, 104. 1857, 56.

scheiden. Wenn das helle Venenblut beim Austritt aus der Drüse mehr Sauerstoff enthält als das dunkle Venenblut und eben so viel als das arterielle, so ist klar, dass es nicht venös geworden ist. Wenn dagegen das helle Venenblut weniger Sauerstoff giebt, als das arterielle, und in gleicher Menge wie das dunkle Venenblut, wird man die zweite Annahme vorziehen müssen, nämlich dass während der Absonderung das arterielle Blut wie gewöhnlich venös wird, jedoch hell bleibt, weil es auf der Stelle wieder seine Kohlensäure verliert, statt sie erst später in der Lunge abzugeben."

Das ist das Ziel der Aufgabe, die ich mir gestellt hatte; sehen wir jetzt, was der Versuch uns lehrt.

Ich benutzte das Blut der Nierenvenen, weil der Umfang des Organs es gestattet, mit Leichtigkeit genügende Blutmengen zu vergleichenden Analysen zu erhalten.

Bei einem kräftigen, in der Verdauung begriffenen Hunde wurden die Nierengefässe linkerseits mit den nöthigen Vorsichtsmassregeln blossgelegt, schnell, während der Harn sich reichlich durch den Ureter ergoss und das Venenblut fast eben so hell war, als arterielles, 15 CC. Blut aus der Vena renalis entzogen und mit 25 CC. Kohlenoxydgas in Berührung gebracht.[1] Unmittelbar nachher durchschnitt ich einen der zahlreichen Aeste der Nierenarterie bei seinem Eintritt in die Niere und sog aus seinem centralen Ende 15 CC. Blut auf, welche ich ebenfalls mit einer gleichen Menge Kohlenoxyd als vorher zusammenbrachte. Darauf entfernte ich die Fettkapsel der Niere, um die Harnabsonderung zu stören. Einige Augenblicke darauf floss kein Harn mehr durch den Ureter, und das Blut der Vene wurde dunkel, wie das der Vena cava. In diesem Augenblick sog ich 15 CC. von diesem dunklen Venenblut der Niere auf, welche, wie die beiden anderen, mit 25 CC. Kohlenoxyd zusammengebracht wurden. Nach einem Aufenthalt von einer Stunde in einer Temperatur von 30° bis 40° ergab die Analyse der Gasmengen, welche mit den drei vorbezeichneten Blutarten in Berührung gewesen waren, für den in diesen enthaltenen Sauerstoff, berechnet auf 100 Raumtheile Blut:

1) für das helle Venenblut	17,26	Raumtheile Sauerstoff.
2) für das arterielle Blut	19,46	
3) für das dunkle Venenblut . . .	6,40	

In einem zweiten Versuch wurden gefunden 16 Volumprocent Sauerstoff im hellen Venenblut, 17,44 im Aortenblut und 6,44 im Blut der Hohlvene.

---

1) Dieses schnelle Aufsaugen des Bluts aus der Nierenvene ist gar nicht leicht zu bewerkstelligen. Man darf die Vene nicht unterbinden, weil dann das Blut durch die Hinderung des Stromes sogleich dunkel wird. Daher ziehe ich es vor, von der rechten Seite her durch die Hohlvene einzugehen und die Spritze bis zur linken Nierenvene vorzuschieben, in welcher dann der Stromlauf nicht unterbrochen wird.

Aus diesen Versuchen erhellt also, dass das helle Venenblut der Niere (und es ist wahrscheinlich, dass es sich ebenso mit dem Blut anderer Drüsen verhalte) sich von gewöhnlichem venösen Blute dadurch unterscheidet, dass es, so zu sagen, nicht desoxydirt ist. Unsere erste Hypothese wäre also bewährt, da dieses Blut die Eigenthümlichkeiten des arteriellen Blutes bewahrt hat. Indessen, wenn dies auch wahr ist für den Sauerstoffgehalt, den man in ihm findet, so wäre doch die Behauptung im Ganzen nicht streng. Denn das Venenblut der Drüsen enthält viel weniger Faserstoff, als arterielles Blut; es enthält weniger Wasser, denn es hat das zur Absonderung nöthige geliefert, und ausserdem zeigt sich dieses helle Venenblut durchgehends veränderlicher als arterielles, d. h. es wird viel schneller von selbst dunkel, wenn es aus dem Gefäss gelassen ist, u. s. w.[1])

Wie dem auch sei, halten wir uns vorerst einzig an den Gegenstand meiner jetzigen Untersuchung, nämlich den Gehalt des Venenblutes an Sauerstoff, so sehen wir die höchst eigenthümliche Thatsache, dass die Drüsen gerade während der Thätigkeit, d. h. während sie absondern, das durch sie strömende Blut hell lassen und nicht seines Sauerstoffs berauben, während bei ihrer Ruhe, wo sie kein Secret entleeren, ein dunkles, zum grössten Theil des Sauerstoffs beraubtes und mit Kohlensäure beladenes Blut sie verlässt.[2]) Es zeigt sich hier abermals der Gegensatz zwischen dem Drüsen- und Muskelsystem, auf welchen ich schon oft die Aufmerksamkeit gelenkt habe. Aus den Muskeln fliesst das Venenblut um so dunkler und sauerstoffärmer, je mehr sie thätig gewesen und je kräftiger sie sich zusammengezogen haben; aus den Drüsen fliesst das Blut um so heller

---

1) Man bemerkt dieselben Eigenschaften an dem Venenblut des Kopfes, wenn man vorher den Sympathicus in der Mitte des Halstheils durchschnitten hat. Meine in dieser Beziehung seit 1852 angestellten Versuche haben gezeigt, dass nach Durchschneidung des Sympathicus der Stromlauf sich beträchtlich beschleunigt, die Temperatur steigt, das Venenblut hell wird, der Druck zunimmt. Wenn man das peripherische oder obere Ende des Sympathicus galvanisch erregt, nimmt die Geschwindigkeit der Blutströmung ab, die Gefässe verengern sich, und die Temperatur sinkt zu gleicher Zeit, während das Blut sehr dunkel wird. Besonders am Pferde zeigen sich alle diese Erscheinungen mit grosser Deutlichkeit. Diese grosse Veränderlichkeit des hellen Venenblutes macht es nöthig, dass man es sehr schnell mit dem Kohlenoxyd in Berührung bringe, durch welches es verhindert wird, venös zu werden und durch Bildung von Kohlensäure seinen Sauerstoffgehalt abzugeben.

2) Ich lasse die Frage nach der Menge der gebildeten Kohlensäure unberührt. Nur so viel will ich bemerken, dass ich bei der Behandlung mit Kohlenoxyd niemals eine der verschwundenen Sauerstoffmenge entsprechende Menge von Kohlensäure gefunden habe, was zu beweisen scheint, dass vielleicht im Blut irgend eine Zwischenstufe zwischen dem Sauerstoff und der Kohlensäure sich findet

und sauerstoffreicher, je mehr das Organ thätig gewesen, d. h. je stärker seine Absonderung war. Aber dürfen wir diesen Gegensatz in den Erscheinungen als einen Beweis ansehen für einen durchgreifenden Unterschied in den Vorgängen der Ernährung und der Thätigkeit bei Drüsen und Muskeln? Um es kurz zu sagen, dürfen wir es aussprechen, dass während die Muskeln im geraden Verhältniss ihrer Thätigkeit Sauerstoff verbrauchen, bei den Drüsen das Umgekehrte stattfindet? Oder müssen wir nicht vielmehr, Angesichts dieser eigenthümlichen Schlussfolgerung, Zweifel fassen gegen unsere Art, die Thätigkeit der Drüse zu bestimmen? Das letztere ist meine Meinung, und ich denke, dass diese Untersuchung dahin führen werde, das, was wir ruhenden und thätigen Zustand der Drüse nennen, anderweitig zu erklären und einen Unterschied zu machen zwischen einem Zustand chemischer und einem rein mechanischer Thätigkeit. Schon jetzt könnte ich verschiedene Gründe zu Gunsten dieser Ansicht beibringen; doch ich will mich auf die so klaren Thatsachen beschränken, welche ich im Vorhergehenden mitgetheilt habe, und mich enthalten, diese dunkle Seite der Frage zu berühren, welche der Ausgangspunkt für fernere Untersuchungen werden muss.

Ueber sogenannte idiomusculäre Contraction.

Vorläufige Mittheilung von Dr. W. Kühne.

Die Beobachtung ganz frischer Muskeln lehrt, dass der Inhalt des Sarkolemms der verschiedensten Bewegungen in jeder Richtung fähig ist, so dass sich die Erscheinungen der Muskelcontraction unter dem Mikroskop zu einer wellenartigen Verschiebung der einzelnen Theilchen auflösen. Da der Muskel bei der Contraction an Breite fast genau um so viel zunimmt, als er an Länge abnimmt, und da der contrahirte Muskel ohne das Zuthun äusserer Kräfte nie wieder auf seine ursprüngliche Länge zurückkommt, sondern selbst beim Ruhen auf einer Flüssigkeit (z. B. Quecksilber) in einer Gleichgewichtslage verharrt, welche sich von dem contrahirten Zustande nur sehr wenig unterscheidet, so ist man berechtigt anzunehmen, dass die contractile Substanz im Wesentlichen aus einer Flüssigkeit bestehe. Eine so grosse Verschiebbarkeit der Theilchen, wie sie die contractile Substanz besitzt, fällt eben mit dem Begriff des Flüssigen vollkommen zusammen.

Die Muskeln aller Thiere, vom Menschen bis auf die Infusorien hinab, sind in dieser Beziehung gleich. Bei allen Geschöpfen bewahrt die von dem Sarkolemm umschlossene Substanz selbst eine gewisse Zeit nach dem Tode hindurch ihren flüssigen Zustand, und das Vermögen dieser Flüssigkeit auf gewisse Einflüsse (Reize) Bewegungen einzugehen, welche als Gesammtresultat die Verkürzung des Muskels zur Folge haben, ist mit dem Namen Reizbarkeit belegt.

So lange die Auslösung irgend einer thierischen Function durch irgend welche Veränderungen des Ruhezustandes als Reizung bezeichnet wird, und so lange man als Fähigkeit thierischer Theile auf solche Einflüsse zu reagiren, eine Reizbarkeit statuirt, wird man mit vollem Rechte

auch die Fortpflanzung einer Bewegung, wie sie in den Nerven und Muskeln stattfindet, so auffassen müssen, dass je ein Punkt oder Querschnitt dieser Organe als Reiz auf den folgenden wirken könne. Beim Muskel findet diese Anschauung ihre volle Bestätigung durch das successive Fortschreiten der Contraction von derjenigen Stelle aus, an welcher zuerst durch künstliche Einflüsse der ursprüngliche Zustand verändert wurde. Nimmt die Reizbarkeit des Muskels nach dem Tode allmälig ab, so wird sich der Modus der Contraction ändern, es wird dann ein Zeitpunkt eintreten, wo nicht nur die Contraction langsamer verläuft, sondern wo sie auch nicht mehr über die ganze Länge des Muskels sich erstreckt und zuletzt gar allein auf die Reizstelle beschränkt bleiben kann.

Die hierher gehörigen Erscheinungen, welche in neuester Zeit als sogenannte idiomusculäre Contractionen einige Berücksichtigung erfahren haben, sind folgende:

Wenn der Muskel eines warmblütigen Thieres an irgend einem Punkte mechanisch gereizt wird, so contrahiren sich sofort alle Primitivbündel, welche durch den Reiz direct getroffen wurden, in ihrer ganzen Länge und mit solcher Geschwindigkeit, dass dem Auge nur die Verkürzung im Allgemeinen erkennbar wird. Gleich nach der Rückkehr des Muskels zur Ruhe erhebt sich die durch die mechanische Gewalt eingedrückte Reizstelle über das Niveau des Muskels und bildet eine schwache kegelförmige Erhebung, welche allmälig wieder verschwindet. Beim Absterben des Muskels kommt hierauf eine Zeit, wo die Contractionen schon durch das blosse Auge als wellenförmige Bewegungen erkannt werden können, und wo man sieht, wie das Muskelprimitivbündel eine doppelte Bewegung erleidet, indem die Contractionswellen von der Reizstelle aus nach beiden Enden fortlaufen. Gleichen Schritt damit halten die Veränderungen des Muskels an der unmittelbar betroffenen Stelle; die Contraction geht auch hier langsamer vor sich und die Erhebung der gereizten Stelle über den zur Ruhe zurückgekehrten Muskel hält länger an, als am Anfange. Der stromprüfende Froschschenkel giebt uns bei beiden Erscheinungen Gewissheit über die Veränderungen des elektromotorischen Verhaltens, welche jede andere bis jetzt bekannte Muskelcontraction begleiten, er zuckt sowohl, wenn eine Contractionswelle unter seinem Nerven fortläuft, als, nach Czermak, wenn derselbe die dauernde Erhebung an der Reizstelle überbrückt. Bei noch weiterem Absterben des Muskels wird die Contraction nun endlich immer schwächer, sie entfernt sich immer weniger von der Reizstelle und reicht zuletzt nur so weit, dass die Erhebung sich in zwei Theile zerklüftet, welche ganz langsam nach zwei entgegengesetzten Richtungen in der Längsachse des Primitivbündels auseinander rücken, dabei immer flacher werden und endlich ganz verschwinden.

Zur genauen Verfolgung dieser Vorgänge ist die mechanische Reizung sehr wenig geeignet. Bei abnehmender Erregbarkeit müssen der Druck oder der Schlag immer mehr verstärkt werden, wodurch nicht allein die contractile Substanz immer mehr zusammengepresst wird, sondern auch der continuirliche Zusammenhang zwischen der Reizstelle und den nicht unmittelbar betroffenen angrenzenden Strecken des Muskels wesentlich zu leiden beginnt. Aus dem ersteren Umstande erklärt sich sehr einfach, weshalb die Contraction an der Reizstelle später sichtbar werden muss als an den fernliegenden Theilen, da die Verkürzung und Verdickung dieser Stelle erst die künstlich erzeugte Vertiefung auszugleichen hat.

Indem wir uns in der Folge der elektrischen Reizung bedienten, zeigte sich, dass die stärkere Contraction constant an dem Orte entsteht, wo der Reiz am stärksten, die Ströme am dichtesten sind und dass bei dem Minimum der Reizung gar keine bemerkbaren Erhebungen über den durch die blosse Fortpflanzung von einem erregten Querschnitt auf den anderen mitcontrahirten Muskelstrecken, sichtbar wurden. Ueberschreitet hingegen die Reizung jenes Minimum beträchtlich, so entstehen Erhebungen auf dem Muskel, welche einen getreuen Abdruck von der Form der Elektroden geben. Die einfachste Art dies zu zeigen besteht darin, als Elektroden zwei Platindrahtspitzen zu verwenden, welche man mit der secundären oder primären Spirale des Inductionsapparates von du Bois-Reymond in leitende Verbindung setzt, und diese ohne Druck mittelst eines Halters, der an einem Stativ eine gute Führung gestattet, so auf den Muskel aufzusetzen, dass ihre Verbindungslinie die Richtung der Muskelfasern senkrecht schneidet. Bei dieser Anordnung ist es leicht, selbst ohne übermächtige Stromstärken zwei Muskelprimitivbündel an einer ziemlich beschränkten Stelle einem so starken Reize auszusetzen, der einem Druck oder Schlag äquivalent gesetzt werden kann, und der Erfolg davon ist der, dass sich die beiden Primitivbündel in ihrer ganzen Länge contrahiren, während sich nunmehr aber gleichzeitig unter beiden Electroden eine kugelförmige Erhebung bildet, welche ganz das zuvor beschriebene Verhalten darbietet. Die Bedingung des Eintritts dieser local vor der übrigen Muskelzusammenziehung ausgezeichneten sog. idiomusculären Contraction besteht also in einer sehr local wirkenden starken Reizung, an welche das, was man die Ermüdung des Muskels nennt, nothwendig geknüpft ist. Es ist nicht schwer zu erweisen, dass die angegebenen Methoden eine rasche Ermüdung des Muskels herbeiführen, man braucht nur z. B. die Elektroden in der Richtung der Primitivbündel ganz über den Muskel hin gleiten zu lassen, oder die mechanische Reizung durch einen Druckstrich in derselben Weise auszuführen, um einzelne Muskelbündel fast vollständig abzutödten. In Uebereinstimmung damit ist der zeitliche Verlauf dieser Art der Muskelcontraction. Ein ermüdeter Muskel kehrt nur ganz allmälig aus dem contrahirten Zustande in den der Erschlaffung zurück, gerade wie die idiomusculäre Erhebung, welche auch bei dem belasteten Muskel nur ganz allmälig verschwindet, und zwar um so langsamer, je längere Zeit nach dem Tode des Thieres der Versuch angestellt wurde. Aus demselben Grunde gelingt es auch nicht leicht, und nur durch die Anwendung höchst barbarischer mechanischer Misshandlungen, an den Muskeln kaltblütiger Thiere diese Erscheinung hervorzurufen, welche gleichwohl von sehr viel geringerer Dauer ist. Nur an der inneren Seite der schrägen Bauchmuskeln des Frosches, welche durch ihre gelbgraue Farbe schon hervorstechen, und welche in der That ihre Erregbarkeit sehr rasch einbüssen, ist es mir einigermassen gelungen, die Schiff'schen Wülste zu erzeugen. Im letzten Stadium der Erregbarkeit verliert der Muskel schliesslich seine Leitungsfähigkeit des Reizes und die Contraction bleibt dann ganz allein auf die Reizstelle beschränkt, bei warmblütigen Thieren der Art, dass diese Stelle im contrahirten Zustande erstarrt.

Selbstverständlich kann der Verlauf aller angeführten Erscheinungen durch jedes Mittel abgekürzt werden, welches den Muskel ermüdet, oder die Vorgänge des Absterbens beschleunigt. So durch gewisse Gifte, wie Rhodankalium, Upas antiar und Veratrin, welche eine specifische Wirkung auf die contractile Substanz ausüben.

Paris, 14. Juni 1859.

Ueber die Schwimmblase und den Gehörapparat einiger Siluroiden.

Von

Prof. Dr. E. Reissner in Dorpat.

(Hierzu Taf. XII.)

Nachdem E. H. Weber entdeckt hatte, dass bei den Gattungen *Cyprinus, Cobitis* und *Silurus* das häutige Labyrinth des Gehörorganes durch eine Reihe von Knöchelchen mit der Schwimmblase in Verbindung steht[1]), sprach J. Müller die Behauptung aus, dass dieses Verhältniss der Schwimmblase zum Gehörorgan einen allgemeinen Charakter der Cyprinoiden und Siluroiden ausmache und auch der von ihm gebildeten Familie der Characinen zukomme[2]). Nach den Untersuchungen von C. E. v. Baer[3]) und J. Reinhardt[4]) sind zu den genannten Fischen in Betreff ihres Gehörapparates endlich noch die Gymnotinen zu rechnen.

Weber hat von den ihm zur Hand gewesenen Arten der oben genannten Gattungen das häutige Labyrinth des Gehör-

---

1) De aure et auditu hominis et animalium pars I. De aure animalium aquatilium. Lipsiae 1820. S. 40 u. s. w.

2) Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1843. Berlin 1845. S. 154. — Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abhandlungen u. s. w. Aus dem Jahre 1844. Berlin 1846. S. 176, 178.

3) Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische nebst einem Anhange über die Schwimmblase. Leipzig 1835. S. 43.

4) Om Swömmeblaeren hos Familien Gymnotini. Kiöbenhavn 1852. Nach v. Siebold und Stannius Handbuch der Zootomie, Th. II: die Wirbelthiere von H. Stannius, Heft I, 2te Aufl. Berlin 1854. S. 171.

organes, die Gehörknöchelchen und die Schwimmblase ausführlich beschrieben und durch gute Abbildungen erläutert. Ich erlaube mir in Folgendem das Hauptsächlichste seiner Entdeckungen anzuführen. Die beiden häutigen Gehörlabyrinthe, wie sie nach den gewöhnlichen Angaben auch bei den höheren Wirbelthieren vorkommen[1]), stehen mit einander in Communication durch einen Canal, welcher jederseits an dem den Vorhof und die Schnecke verbindenden Theile ausmündet und in der Mitte sich nach hinten zu einer mehr oder weniger geräumigen Blase, dem sog. Sinus auditorius impar, erweitert. Letzterer, von einer Grube der Schädel-

1) Gewöhnlich zählt man als Bestandtheile des häutigen Gehörlabyrinthes der höheren Wirbelthiere den Vorhof, die halbcirkelförmigen Canäle und die Schnecke auf. Nach meinen Untersuchungen über die Entwickelung des inneren Ohres der Vögel und der Säugethiere (De auris internae formatione. Dorpati Livonorum 1851.) ist dahin auch noch der sog. Aquaeductus vestibuli zu rechnen, dem ich zum Unterschiede vom Aquaeductus cochleae, welcher bloss ein Gefässcanal des Felsenbeins ist, und seiner tiefen Lage wegen (— er reicht bis in die Schädelhöhle —) den Namen Recessus labyrinthi beigelegt habe. Bei Säugethieren und Vögeln erleidet dieser Recessus labyrinthi, nachdem er die Gestalt einer recht geräumigen Blase, welche durch einen Canal mit dem Vorhof in Verbindung steht, angenommen hat, auf den letzten Stufen der Entwickelung des Embryo eine rückschreitende Metamorphose und ist vielleicht im vollständig entwickelten Ohr von gar keiner specifischen Bedeutung mehr. Anders dagegen verhält es sich bei den Fischen. Die sog. Cysticula, welche vom Gehörorgan von *Esox lucius* schon lange bekannt war, jedoch auch bei anderen Fischen von mir beobachtet wurde, ist dem embryonalen Recessus labyrinthi der Säugethiere und der Vögel vor der Rückbildung überaus ähnlich und jedenfalls auch als diesem völlig analog zu betrachten. Bei den Fischen, deren Gehörlabyrinthe durch Knöchelchen mit der Schwimmblase zusammenhängen, haben die Recessus labyrinthi die höchste Ausbildung erlangt, denn sie sind es, welche von beiden Seiten her in der Mitte zusammentreffend, den Sinus auditorius impar und die Atria sinus imparia bilden. — Der sog. Sack oder Steinsack im Gehörorgan der Fische ist in genetischer Hinsicht der häutigen Schnecke oder dem von mir zuerst nachgewiesenen Schneckencanale der Säugethiere (a. a. O. S. 28. Zur Kenntniss der Schnecke im Gehörorgan der Säugethiere und des Menschen. Müller's Archiv Jahrg. 1854. S. 420 u. ff.) durchaus gleichbedeutend.

basis aufgenommen, treibt nach hinten zwei divergirende Aussackungen, die Atria sinus imparis, hervor, welche von Theilen des ersten Wirbels umschlossen werden. An jedes Atrium sinus imparis fügt sich und ist mit ihm verwachsen ein Gehörknöchelchen, von Weber Steigbügel genannt. Dieser steht direct mit dem Hammer und durch ihn mit dem Ambos in Verbindung. Das hintere Ende des Hammers ist mit der Schwimmblase verwachsen [1].

J. Müller hat sich in seinen Abhandlungen nicht auf nähere Angaben eingelassen und behauptet nur, dass unter den Siluroiden mit engen Kiemenspalten die Schwimmblase bei *Cetopsis*, *Callichthys*, *Arges*, *Brontes*, *Loricaria*, *Rinelepis* und *Hypostoma* fehle. Nach dem in drei Familien von Fischen constanten Vorkommen einer durch Gehörknöchelchen hergestellten Verbindung des häutigen Gehörlabyrinthes mit der Schwimmblase mussten diese Ausnahmen bei den Siluroiden überraschen, und da J. Müller selbst über das Gehörorgan der eben angeführten Gattungen gar nichts mittheilte, blieb die Frage unerledigt, wie sich bei ihnen das häutige Labyrinth verhielte, ob mit dem Mangel der Schwimmblase auch das häutige Labyrinth des Gehörorganes nicht zu der Ausbildung gelangte, welche es bei den nahe verwandten Gattungen gezeigt hatte.

Der erste Fisch, den ich zur Entscheidung dieser Frage untersuchte, war ein ungefähr 8'' langes Exemplar von *Rinelepis acanthicus Val.* Nach Eröffnung der Bauchhöhle und nach Entfernung der Eingeweide zeigten sich zwei sehr grosse, eiförmige Knochenkapseln, welche die ganze Breite der oberen Bauchhöhlenwandung ausfüllten (Fig. 1 aa). Eine nähere Untersuchung ergab Folgendes. Jede der beiden Kapseln hat eine Länge von 32 Millim. und an der breitesten Stelle eine Breite von 18 Millim. Das stumpfe Ende ist nach vorne gerichtet und mit dem Schädel verbunden, das spitze ragt

1) Dass diese Knöchelchen den Gehörknöchelchen der Säugethiere zu identificiren seien, scheint mir noch nicht hinreichend erwiesen. Die Entwickelungsgeschichte wird ohne Zweifel darüber Aufklärung geben können.

frei nach hinten hervor. Hinter der Mitte läuft über die untere Fläche der Kapsel eine quere, etwa $1^1/_2$ Millim. breite Furche (Fig. 1 b). An der vorderen Abtheilung dieser Fläche bemerkt man einen schwachen Eindruck. Von oben her sind die Kapseln zum grössten Theil von den Kopfschildern bedeckt und mit ihnen verwachsen, so dass nur ihre hinteren Enden in einer Länge von 8 Millim. frei bleiben (Fig. 2 3 a). Die Decke der Kapseln, welche noch um 2 Millim. die Kopfschilder nach hinten überragt, wird durch eine horizontale Naht von den übrigen Wandungen geschieden (Fig. 2 3 c). An der äusseren Wandung zeigt sich unmittelbar unter dem äusseren Rande des hinteren seitlichen Kopfschildes eine 10 Millim. lange, hinten $1^1/_2$ Millim. breite, nach vorn spitz zulaufende Oeffnung, deren hinterer Rand ungefähr die Mitte der ganzen Länge der Kapsel einnimmt (Fig. 3 d); sie mag Fenestra oder Apertura capsulae osseae externa heissen. Von ihrem unteren Umfange erstreckt sich nach aussen und etwas abwärts ein Vorsprung von 5 Millim. Breite und von der Länge der Oeffnung; ich will ihn der Form nach Processus auricularis nennen (Fig. 1 e, Fig. 3 e). Der vordere sowie der hintere Rand dieses Vorsprunges ist concav, der äussere convex; von seiner oberen Fläche dringen ein bis zwei Canäle zur Höhle der knöchernen Kapsel hindurch (Fig. 3 ff). — Die Wandungen der Kapseln sind im Allgemeinen sehr dünn, namentlich die vordere Abtheilung der unteren, welche zahlreiche feine und einige grosse, bis zu $1^1/_2$ Millim. im Durchmesser haltende Oeffnungen besitzt. Zwei ausserdem vorhandene Zugänge zum Inneren der knöchernen Kapseln sollen später noch beschrieben werden.

Gegen die Mittellinie des Körpers stossen beide Kapseln an einen 20 Millim. langen Wirbel, der aus der Verwachsung zweier hervorgegangen zu sein scheint, wie man nach Analogie der folgenden Gattungen annehmen darf, und sind mit ihm bis zur queren Furche ihrer unteren Fläche verschmolzen (Fig. 1 w): die hinteren, spitzen Enden stehen 22 Millim. von einander ab. — An der unteren Fläche des erwähnten Wirbels zeigen sich einige Eigenthümlichkeiten

der Bildung, die ich hier wohl näher anführen darf. Zunächst bemerkt man an ihrer hinteren Hälfte eine Rinne; diese wird nach vorne zu einem Canale, auf den am vordersten Ende wieder eine Rinne folgt, indem der Boden des Canales, statt weiter nach vorn zu gehen, sich ablöst, fast senkrecht nach unten steigt und am Ende in zwei wagerechte Arme ausläuft, die bald unter einem stumpfen Winkel nach oben und aussen zu der inneren Wandung je einer knöchernen Kapsel aufsteigen und mit dieser verwachsen (Fig. 1 g, Fig. 4 g, i die hintere, k die vordere Rinne, l der Canal an der unteren Fläche des Wirbels). Die mittlere, vom vorderen Ende des Canales ausgehende Knochenlamelle besitzt an der vorderen Fläche eine Längsfurche und bildet mit der hinteren Fläche von oben nach unten eine concave Krümmung; der wagerechte Theil der Arme ist ziemlich stark, der aufsteigende sehr dünn. Das Mittelstück mit seinen Armen bezeichne ich zusammen als Processus bijugus. Die Verbindung der beiden Arme des Processus bijugus mit den knöchernen Kapseln geschieht am oberen Umfange einer ovalen Oeffnung von 1 Millim. Länge (Fig. 1 h, Fig. 4 h); sie soll Apertura c. o. interna inferior heissen. Von ihr aus erstreckt sich über die innere Fläche der inneren Kapselwandung nach oben und vorne eine schwache Furche, welche nach einem Verlauf von 3 Millim. mit einer Oeffnung, der Apertura c. o. interna superior, endet. Letztere bildet den Zugang zu einer Höhle im vorderen Ende des ersten Wirbels und durch diese zur Schädelhöhle. — Nahe dem hinteren Ende zeigt der Wirbel an seiner unteren Fläche, nach aussen von der in der Mitte befindlichen Rinne eine halbkugelförmige Gelenkgrube (Fig. 1 m), die zur Aufnahme eines langen, starken Knochens (Fig. 1 n) dient. Dieser Knochen kann wohl für nichts Anderes als für eine Rippe gehalten werden, wenngleich die folgenden, unzweifelhaften Rippen um ein Beträchtliches schwächer sind; die erste bildet nach unten eine Convexität, liegt in der queren Furche an der unteren Fläche der knöchernen Kapsel, reicht jedoch etwas weiter nach aussen und erweitert sich endlich zu einer Stütz-

platte für ein oder zwei Schilder des Panzers, welcher die äussere Bekleidung des Rumpfes darstellt. —

Die obere Fläche des Os basilare (Fig. 7 o b) zeigt in seiner hinteren Hälfte zwei geräumige, tiefere Gruben (fc), die durch eine longitudinale, schwache, mittlere Leiste von einander geschieden werden und zur Aufnahme der Schnekken der häutigen Gehörlabyrinthe dienen. Hinter jeder Grube erhebt sich nahe dem hinteren Rande des Os basilare eine kleine Zacke (p), die zum Theil vom Os basilare selbst, zum Theil vom Os occipitale laterale gebildet wird. Der Raum zwischen den beiden Zacken (fs) wird von dem Sinus auditorius impar ausgefüllt, von dem nach vorne jederseits ein Canal zum häutigen Vorhof (Vestibulum) verläuft und nach hinten die Atria sinus imparis als rundliche Bläschen hervordringen. Letztere liegen, zum Theil auch der Sinus auditorius impar, nicht mehr in der Schädelhöhle. Die obere Fläche des Körpers vom ersten Wirbel nämlich erhebt sich vom vorderen Rande an zu einer mittleren schwachen Leiste, die sich sehr bald zu einer kleinen, wagerechten, rautenförmigen Platte ausdehnt (pr) und seitlich mit der inneren Wandung der knöchernen Kapseln zusammentrifft. Nach aussen von dem vorderen Ende der Leiste und Platte ist die obere Fläche des Wirbelkörpers auf jeder Seite etwas vertieft (Fig. 7 c). Diese Vertiefung wird von aussen her durch die innere Wandung der knöchernen Kapsel bis auf die Apertura c. o. interna superior und nach vorne von der Zacke des Os basilare und des Os occipitale laterale begrenzt. Endlich entspringt als Decke des Sinus auditorius impar von dem vorderen Ende jener Platte ein sehniger Streif, welcher nach vorne in zwei Schenkel auseinanderweicht und mit diesen jederseits die Zacke des Os basilare und des Os occipitale laterale erreicht. So ist denn ein vorne einfacher, nach hinten doppelter Hohlraum von der Schädelhöhle und von dem Canalis spinalis zur Aufnahme des Sinus auditorius impar und der Atria sinus imparis abgesondert.

Auf der äusseren Seite eines jeden Atrium sinus imparis

liegt ein ovales Knöchelchen, der sog. Steigbügel, mit seiner concaven Fläche auf und ist mit der Wandung jenes verwachsen (Fig. 5, 6 b). Durch eine verhältnissmässig dicke Schicht von Sehnengewebe (c) hängt die Mitte der convexen Fläche des Steigbügels seitlich dem vorderen Ende eines zweiten, langen Knochens, des Hammers, an. Der Hammer ist flach, vorne und hinten zugespitzt, hinter der Mitte am breitesten, indem sich hier eine starke Ecke nach innen und eine schwächere nach aussen hervorbildet (Fig. 5, 6 a). Die innere Ecke des Hammers steht in gelenkiger Verbindung mit der Leiste auf der oberen Fläche des ersten Wirbelkörpers; die äussere Ecke und das hintere, lang ausgezogene Ende gehen durch die Apertura capsulae osseae interna superior aus der Wirbelhöhle hervor und in die Höhle der knöchernen Kapsel hinein.

Die Länge des Hammers beträgt $3^3/_4$ Millim., seine grösste Breite $1^1/_4$ Millim., die Länge des Steigbügels 1 Millim. und seine Breite $^1/_2$ Millim.

In jeder der beiden knöchernen Kapseln befindet sich eine häutige Blase, welche mit ihrer äusseren Fläche sich überall genau an die innere Wandung der Kapsel anschmiegt, aber nur durch einige Stränge, welche Gefässe, wahrscheinlich auch Nervenfasern enthalten, mit dieser im Zusammenhang steht. Durch die an der Basis des Processus auricularis befindlichen Canälchen treten ein bis zwei stärkere, sehnige Stränge, welche in der äusseren Wandung der Blase ihren Anfang und ihr Ende haben. — Während fast der ganze übrige Körper des Fisches eng aneinander schliessende Knochenschilder zur äusseren Bedeckung trägt, fehlen solche an der Apertura capsulae osseae externa und auf der oberen Fläche des Processus auricularis; es erstreckt sich vielmehr von dem correspondirenden Rande des seitlichen Kopfschildes eine weiche, nur mit ganz feinen Stacheln versehene Haut über die Apertura c. o. externa, woselbst sie mit der häutigen Blase verwachsen ist, jedoch ziemlich leicht von dieser abgetrennt werden kann, dann über die obere Fläche des Processus auricularis bis zu dessen äusserem Rande (Fig. 2 t),

von welchem ein Seitenschild nach unten abgeht (s). — An einer einzigen Stelle besitzt die Blase eine Oeffnung und zwar entspricht diese der Apertura c. o. interna inferior. An der Apertura c. o. interna superior ist das hintere, zugespitzte Ende des Hammers mit der Blasenwandung aufs Innigste verwachsen.

In Betreff der Structur der häutigen Blase kann ich nur Weniges anführen. An der freien, inneren Fläche liess sich ein Epithelium nicht mehr erkennen. Im Uebrigen besteht die Blase aus Bindegewebe. Wenn man die äusseren Schichten mit Nadeln zerzupft hat, erkennt man unter dem Mikroskop zahlreiche, feine, parallele Falten, welche den „starren krystallähnlichen Fasern", die Leydig[1]) aus der Schwimmblase der Fische erwähnt, zu entsprechen scheinen, durch Zusatz von Essigsäure aber vollständig schwinden; in der jetzt aufgequollenen Substanz erkennt man jedoch immer noch einige feine Streifen. Ein Querschnitt der getrockneten Blase lehrt, dass diese Streifen der Ausdruck von ziemlich reichlichen, durch die homogene Grundsubstanz zerstreuten Spiral- oder Kernfasern sind. Bei Betrachtung der innersten Haut zeigen sich Stränge, die nach verschiedenen Richtungen hinziehen und sich mannigfaltig durchkreuzen, durch Behandlung mit Essigsäure jedoch auffallend erblassen oder selbst unsichtbar werden. —

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass bei *Rinelepis* manche Verhältnisse des Gehörapparates und der Schwimmblase eigenthümlich sind; zu deren Erklärung diene Folgendes. Zunächst wird es nicht bezweifelt werden können, dass die häutigen Blasen, welche von den knöchernen Kapseln umschlossen werden, wirklich der Schwimmblase der übrigen Siluroiden gleich gesetzt werden müssen. Es spricht dafür sowohl die Uebereinstimmung in der Structur, als auch die Verbindung mit den Gehörknöchelchen. Auffallend bleibt nur, dass die Blasen vollständig von einander getrennt er-

1) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857. S. 380.

scheinen und neben einander liegen. Sonst pflegt bei den mit Gehörknöchelchen ausgerüsteten Fischen zwar häufig die Schwimmblase doppelt zu sein, aber die beiden Abtheilungen liegen dann hinter einander und communiciren mit einander, wie bei den Cyprinoiden, Characinen und Gymnotinen [1]). Bei den Siluroiden dagegen ist, wie aus den spärlichen Angaben von Valenciennes hervorgeht, die Schwimmblase gerade am häufigsten einfach und besteht nur selten aus hinter einander liegenden Abtheilungen, die bei *Bagrus filamentosus M. T.* sogar ganz von einander geschieden sein sollen [2]); öfter aber, als man bisher glaubte, dürfte eine mehr oder weniger vollständige Theilung oder Abgrenzung in zwei neben einander liegende Räume vorkommen. So bemerkt z. B. J. Müller, dass bei *Bagrus* und *Arius* die Schwimmblase „zwei Reihen jederseits communicirender, in der Mitte getrennter Kammern" besitze, während eine unpaare vordere Kammer beide Reihen verbinde [3]). Hier also ist die Schwimmblase äusserlich ungetheilt, die Höhlung aber mit einer unvollständigen Scheidewand ausgerüstet, wie ich mich davon durch eigene Untersuchung überzeugt habe; nur wenig anders verhielt sich auch die Schwimmblase von *Silurus glanis*. Bei *Clarias Hasselquisti Val.* fand ich zwei grosse, symmetrisch gebaute, querliegende Abtheilungen der Schwimmblase, welche in der Mittellinie des Körpers durch einen verhältnissmässig engen Canal mit einander zusammenhingen; Valenciennes erwähnt auch dieses Verhältnisses [4]). Selbst unter den Cyprinoiden kommt bisweilen, wenn auch nur andeutungsweise, eine Theilung der Schwimmblase in zwei neben einander liegende Räume vor, wie bei *Cobitis* [5]). Nirgends jedoch, selbst bei *Clarias* nicht, ist die Scheidung so vollständig, als bei *Rinelepis*. Ich bin jedoch der Ansicht,

1) Stannius, a. a. O. S. 225.

2) J. Müller, Abh. aus dem J. 1843 S. 141.

3) Ebendas. S. 139.

4) Histoire naturelle des poissons p. Cuvier et p. Valenciennes. T. XV. p. 369.

5) Weber, a. a. O. S. 64.

dass auch bei *Rinelepis* noch eine Verbindung zwischen den beiden, neben einander liegenden Blasen wird aufgefunden werden. Bei dem einen mir zu Gebote stehenden Exemplare hatte ich während der Entfernung der Eingeweide und des schwer zu trennenden Gürtels der Brustflossen auf diesen Gegenstand meine Aufmerksamkeit nicht gerichtet; höchst wahrscheinlich ist dabei jene Verbindung verloren gegangen. Dafür spricht auch die Anwesenheit einer mit der Apertura c. o. interna inferior correspondirenden Oeffnung beider Blasen. Ich vermuthe, dass der Verbindungscanal von dem Processus bijugus getragen wird.

Höchst merkwürdig ist ferner die vollständige Umschliessung der beiden Abtheilungen der Schwimmblase durch je eine knöcherne Kapsel, allein auch dieses Verhältniss steht nicht ganz isolirt da. Bei *Cobitis fossilis L.* wird der bei weitem grösste Theil der Schwimmblase von einer knöchernen Kapsel in Gestalt zweier mit einander zusammengeflossener Hohlkugeln umschlossen. Nach Weber soll diese Kapsel durch eine eigenthümliche Ausdehnung und Verwachsung der Wirbelquerfortsätze entstanden sein, woher denn auch noch an der äusseren Fläche einer jeden Kugel eine Spitze, das Ende des Querfortsatzes, hervorrage. Ein ähnlicher Theil existirt bei *Rinelepis* in dem Processus auricularis. Bei jener *Cobitis* fand Weber an der knöchernen Kapsel fünf Oeffnungen: eine hintere zur Verbindung der von der Kapsel umschlossenen vorderen Abtheilung der Schwimmblase mit der hinteren, frei bleibenden; sie fehlt bei *Rinelepis*, während die übrigen vier auch hier vorhanden sind, nämlich zwei vordere Oeffnungen zum Durchtritt des hinteren Endes der Hammer und zwei äussere, bloss von der Haut bedeckte. Bei *Cobitis* weicht übrigens die äussere, ebenfalls grosse Oeffnung etwas ab von der bei *Rhinelepis* vorkommenden; Weber sagt hierüber: „Caeterum haec apertura septo in duas aperturas dividitur, quarum anterior, maxima ex parte ab processu transverso vertebrae secundae formata, in cavitatem lateralem ossicula auditoria includentem, poste-

rior amplior ad vesicam natatoriam ducit." [1]) Bei *Rinelepis* findet sich kein offener Zugang von aussen her zu dem Raume, in welchem die Gehörknöchelchen liegen; dagegen erscheinen hier die Aperturae c. o. internae inferiores eigenthümlich, wenigstens in formaler Hinsicht, denn in functioneller könnten sie der hinteren Oeffnung der Kapsel bei *Cobitis fossilis* gleich gesetzt werden. Noch ähnlicher werden die Verhältnisse bei *C. barbatula L.*, indem hier die Kapsel in zwei linsenförmige Fächer zerfällt, welche durch einen engen mittleren Canal mit einander communiciren, und die vollständig eingekapselte Schwimmblase aus zwei durch einen sehr engen Gang verbundenen Abtheilungen, die neben einander liegen, besteht. [2]) — Unter den Siluroiden sind vollständigere Umschliessungen der Schwimmblase durch knöcherne Kapseln selten; häufiger jedoch erscheinen die Querfortsätze, besonders des zweiten Wirbels, auffallend breit und bilden wenigstens eine partielle Decke der Schwimmblase. Eine weitere Ausprägung desselben Principes mit functionellem Nebenzweck, wie es scheint, findet man bei *Auchenipterus*, *Euanemus*, *Synodontis*, *Doras* und *Malapterurus* in dem von J. Müller entdeckten „Springfederapparat zur Erweiterung der Schwimmblase". [3]) — Noch weiter geht diese Bildung bei *Clarias*, *Heterobranchus*, *Heteropneustes* und *Ageniosus*; [4]) — ich habe jedoch nur *Clarias* untersuchen können und gefunden, dass die beiden seitlichen Theile der Schwimmblase durch die Wirbelquerfortsätze fast vollständig umwickelt werden. Es besitzt demnach unter den bis jetzt untersuchten Siluroiden die Gattung *Rinelepis* die vollkommenste Einkapselung der Schwimmblase durch Knochen.

Nach Weber's Angaben sollte man meinen, dass die Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehörlabyrinthe immer durch drei Knöchelchen geschehe; ich habe jedoch nur zwei gefunden und zwar nicht bloss bei *Rinelepis*, sondern

1) a. a. O. S. 63.
2) a. a. O. S. 86.
3) a. a. O. Abh. a. d. J. 1843 S. 147.
4) Ebendas. S. 157.

auch bei *Synodontis.* Auch Bilharz erwähnt von *Malapterurus electricus* nur zwei Gehörknöchelchen, ausserdem freilich auch noch zwei „Ausfüllungsknöchelchen“.[1]) — Interessant ist es, dass bei *Cobitis fossilis L.* nach Weber der sog. Ambos sich nicht, wie sonst, seitlich an den Hammer anlegt, sondern zwischen diesen und den Steigbügel einschiebt. Die von Weber gelieferte Abbildung[2]) der drei verbundenen Gehörknöchelchen von *Cobitis fossilis* zeigt auch eine Aehnlichkeit mit meiner Fig. 6, so dass ich anzunehmen geneigt bin, es sei die starke, sehnige Verbindungsmasse (c) zwischen dem Steigbügel und dem Hammer von *Rinelepis* gleichbedeutend mit dem Ambos von *Cobitis* oder der Ambos sei bei *Rinelepis* mit der Spitze des Hammers verwachsen, wenngleich in dem histologischen Bau des Hammers für letzteres kein Grund aufgefunden werden konnte.

Von der Gattung *Loricaria L.* standen mir zwei Exemplare, welche jedoch beide ziemlich klein und nicht sonderlich gut conservirt waren, zu Gebot; das eine gehörte zu *L. cataphracta L.*, das andere höchst wahrscheinlich zu *L. nudirostris Kner.* In den wesentlichen Punkten, die für den vorliegenden Zweck von Bedeutung sind, stimmen beide Arten fast vollkommen überein.

Das Hinterhauptsegment des Schädels besteht aus sechs Stücken: aus dem Os basilare, dem Os occipitale superius, den Ossa occipitalia lateralia und den Ossa occipitalia externa.[3]) Die Ossa occipitalia lateralia (Fig. 8 ol) stossen ebenso wenig wie bei *Rinelepis* in der Mitte des Schädels über dem Os basilare zusammen; letzteres bildet daher selbst, wie es bei den Knochenfischen gewöhnlich nicht der Fall zu

---

1) Das elektrische Organ des Zitterwelses, anatomisch beschrieben von Dr. Th. Bilharz. Leipzig 1857. S. 9.

2) a. a. O. Tab. VI Fig. 49. 50.

3) Die von mir als Ossa occipitalia externa bezeichneten Knochen entsprechen vielleicht nicht bloss diesen, sondern auch den Ossa mastoidea der übrigen Siluroiden.

sein pflegt, den hinteren Theil des Bodens der Schädelhöhle. Das Os occipitale superius ist ein länglich sechsseitiges, mit seiner oberen Fläche freiliegendes Schild, an dessen unterer Fläche sich vom Mittelpunkte zum hinteren Ende eine mittlere und nach vorne und aussen zwei divergirende, allmälig breiter werdende und den äusseren Rand etwas überragende Leisten erstrecken. Die Ossa occipitalia lateralia (Fig. 8 o l) bilden den äussersten schmalen Rand des hinteren Endes vom Boden der Schädelhöhle, während aufsteigende Theile derselben sich mit den divergirenden Leisten an der unteren Fläche des Os occipitale vereinigen.

Die Ossa occipitalia externa (Fig. 7 o e) haben von allen Knochen des in Betracht kommenden Schädelsegmentes den bedeutendsten Umfang. Fünf theils geradlinige, theils gezackte Ränder von verschiedener Ausdehnung begrenzen sie; der kürzeste, innen und hinten gelegene Rand fügt sich an den äusseren Rand des Os occipitale superius und an das Os occipitale laterale. An der unteren Fläche der Ossa occipitalia externa finden sich zwei Leisten, welche nach innen zusammenfliessen, hier an den hinteren, seitlich erweiterten Saum des Os basilare stossen und nach aussen aus einander weichen. Die vordere Leiste (ea) verläuft in transversaler Richtung und bildet ungefähr in ihrer Mitte einen halbkreisförmigen Ausschnitt (fc), der zu einer Vertiefung zwischen beiden Leisten führt. Der Ausschnitt und die Vertiefung dienen zur Articulation mit der Clavicula, welche also in sehr abweichender Weise mit dem Schädel verbunden ist, denn von besonderen Verbindungsstücken, einer Scapula oder einem Os suprascapulare, ist nichts zu erkennen, während sonst doch derartige Knochen vorhanden zu sein pflegen. Die hintere Leiste verläuft schräg von hinten und aussen nach vorne und innen, parallel mit dem hinteren Rande des Os occipitale externum; in geringer Entfernung nach innen von der Gelenkgrube für die Clavicula verschmilzt sie mit der vorderen Leiste.

Der erste Wirbel (v. p.) ist mit dem zweiten durch eine tief gezahnte Naht verbunden; von den Bogen beider Wirbel

Knochenstäbchen nach vorn und verwächst mit der hinteren Fläche des Processus transversus, hart am äusseren Umfange einer kleineren Oeffnung, welche zur Schwimmblase führt (Fig. 10 h). — Das Os occipitale superius und die Ossa occipitalia externa überragen nach hinten den ersten Wirbel mit seinem Processus spinosus und seinen, wie bei *Loricaria* gebauten Processus transversi, daher denn auch bei *Hypostomus* die Vereinigung des ersten Wirbels mit dem Schädel noch vollständiger erscheint.

Von der Gattung *Callichthys* Lin. habe ich ein sehr kleines und leider sehr schlecht conservirtes Exemplar, zur Art *C. asper C. V.* gehörend, untersucht. Es schliesst sich diese Gattung im Bau des Schädels, des ersten Wirbels, der Schwimmblase und des Gehörapparates enger an *Hypostomus*, als dieser an *Loricaria* an. Der Processus bijugus ist im Allgemeinen dem von *Hypostomus* ähnlich, unterscheidet sich aber dadurch, dass zwischen den beiden vom vorderen Rande des ersten Wirbels ausgehenden Schenkeln eine quere Verbindungsleiste sich findet, welche einen feinen Canal, wahrscheinlich zur Verbindung der beiden Abtheilungen der Schwimmblase, aufnimmt. Der Hammer (Fig. 11 a) ist leicht gekrümmt und zerfällt nach vorn in zwei Fortsätze, von denen der eine zugespitzte zur Befestigung dient, der andere breitere den länglich runden, stark ausgehöhlten Steigbügel trägt (b).

Wie sich aus den mitgetheilten Beobachtungen ergiebt, besitzen von den sieben Gattungen, denen J. Müller eine Schwimmblase absprechen zu müssen glaubte, vier ganz unzweifelhaft eine solche und zwar eine durch Knöchelchen mit dem Gehörlabyrinth verbundene; doch sind die morphologischen Verhältnisse zum Theil so eigenthümlich, dass dieselbe sich leicht der Beobachtung entziehen konnte. Die mir nicht zu Gebote stehenden Gattungen *Cetopsis*, *Arges* und *Brontes* bleiben ferneren Untersuchungen vorbehalten; es ist jedoch kaum zu erwarten, dass sie jene behauptete Differenz von allen übrigen Siluroiden aufrecht erhalten werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die untere Fläche des knöchernen Kopfes von *Rinelepis acanthicus* *Val.*

a a. Die beiden Knochenkapseln, welche die beiden Hälften der Schwimmblase umschliessen.

b. Furche an der unteren Fläche einer jener Knochenkapsel zur Aufnahme der ersten Rippe.

n. Die erste Rippe.

w. Die beiden ersten mit einander verwachsenen Wirbel.

m. Gelenkgrube des zweiten Wirbels zur Aufnahme des Köpfchens der ersten Rippe.

Fig. 2. Seitenansicht desselben Kopfes.

a. Die Knochenblase zur Aufnahme einer Hälfte der Schwimmblase.

c. Die Decke derselben.

r. Hintere Kopfschilder.

t. Weiche, mit kleinen Stacheln versehene Haut, die Apertura capsulae osseae externa und die obere Fläche des Processus auricularis bedeckend.

s. Ein Hautschild, vom äusseren Rande des Processus auricularis entspringend.

Fig. 3. Derselbe Kopf, etwas schräg gestellt.

a. a. Die beiden Knochenblasen, welche die Schwimmblasenhälften umschliessen.

cc. Die Decken derselben.

d. Apertura capsulae osseae externa.

e. Processus auricularis.

ff. Zwei Oeffnungen, welche die Basis des Proc. auricularis durchbohren.

Fig. 4. Ein Theil der unteren Fläche des Schädels und der beiden ersten Wirbel von *Rinelepis acanthicus* *Val.*

a. a. Vorderer Rand der Knochenkapseln.

g. Mittelstück des Proc. bijugus.

h. Apertura capsulae ossae interna inferior.

i. Rinne an der unteren Fläche des zweiten Wirbels (w).

k. Rinne an der unteren Fläche des ersten Wirbels.

l. Canal an der unteren Fläche beider Wirbel.

Fig. 5. Gehörknöchelchen von *Rinelepis acanthicus* *Val.* von der inneren Fläche.

Fig. 6. Dieselben von der oberen Fläche.

a. Hammer.

b. Steigbügel.

c. Band zwischen Hammer und Steigbügel.

d. Ein Theil der Schwimmblase.

Fig. 7. Ein Theil der oberen Fläche der Schädelbasis und des Spinalkanales von *Rinelepis acanthicus.*

ob. Os occipitale basilare.

f. c. Grube zur Aufnahme der Schnecke des häutigen Gehörlabyrinthes.

f. s. Grübchen für den Sinus auditorius impar.

o. os. l. Os occipitale laterale.

p. Knochensacke, gebildet vom Os occipitale und Os occipitale laterale.

e. Vertiefung für das Atrium sinus imparis.

pr. Rautenförmige Leiste auf der oberen Fläche des ersten Wirbelkörpers.

w. Die beiden ersten Wirbel.

b. Ein Theil der Knochenblasen, welche eine Hälfte der Schwimmblase aufnimmt.

Fig. 8. Der knöcherne Kopf und die beiden ersten Wirbel von *Loricaria cataphracta* *Lin.*, von der unteren Fläche.

ob. Os occipitale basilare.

ol. Os occipitale laterale.

oe. Os occipitale externum.

oa. Vordere Leiste dieses Knochens.

fc. Gelenkgrube für den vorderen Extremitätengürtel.

p. t. Processus transversus des ersten Wirbels.

v. p. Vertebra prima.

v. s. Vertebra secunda.

x. Rudiment des Proc. bijugus.

Fig. 9. Der erste Wirbel von *Loricaria cataphracta* *Lin.*, von der unteren Fläche.

p. sp. Processus spinosus.

p. t. Processus transversus.

d. kugelige Höhle desselben.

r. Rinnenförmiger Theil desselben.

Fig. 10. Der hintere Theil des knöchernen Kopfes von *Hypostomus verres* *Val.* nebst den beiden ersten Wirbeln, von der unteren Fläche.

ob. Os occipitale basilare.

w. Vertebra prima.

w². Vertebra secunda.

pt. Processus transversus des ersen Wirbels.

g. Processus bijugus.

Fig. 11. Gehörknöchelchen von *Callichthys asper* *Val.*

a. Hammer.

b. Steigbügel.

Ueber den Einfluss der Nervi vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln.

Von

Dr. Einbrodt aus Moskau.

Ed. Weber, dem wir bekanntlich den wichtigen und höchst interessanten experimentellen Nachweis des hemmenden Einflusses der Nervi vagi und der Medulla oblongata auf die Herzbewegung verdanken, giebt ausdrücklich an, dass er dieselbe hemmende Einwirkung auf die Bewegungen des Herzens, die er bei Fröschen zuerst constatirt, sowohl bei Säugethieren (Hunden, Katzen und Kaninchen), als auch bei Vögeln und Fröschen beobachtete, wenn er den Strom eines Rotationsapparates auf beide Nervi vagi oder auf die Medulla oblongata einwirken liess.[1]) Leider begnügt sich Ed. Weber mit dieser kurzen Assertion, ohne etwas Näheres

---

1) Ed. Weber, Artikel „Muskelbewegung" in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. S. 46.

Mit Unrecht wird bis in die neueste Zeit die Priorität dieser wichtigen Entdeckung Ed. Weber zu Gunsten anderer Forscher abgesprochen; die Ergebnisse der Weber'schen Versuche sind schon im September 1845 von E. H. Weber in der siebenten Versammlung der italienischen Naturforscher in Neapel vorgetragen und im November 1845 in Annali universali di medicina del Dott. Omodei, T. LXVI. p. 227 abgedruckt. Budge's Versuche wurden dagegen erst im Jahre 1846 veröffentlicht (Froriep's Notizen, Mai 1846 und Müller's Archiv für 1846, S. 294.) Cl. Bernard hat, seinen eigenen Worten zu Folge, den Stillstand des Herzens zum ersten Mal im Jahre 1846 beobachtet (Cl. Bernard, Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux, T. II., p. 381) und erst im Jahre 1848 wird diese Beobachtung von Lefèvre in seiner Inaugural-Abhandlung (Observations de physiologie, d'anatomie et de pathologie, Paris, thèse, 1848, Nr. 58) in Kürze erwähnt.

über das Verhalten der Nervi vagi bei Vögeln anzugeben und ausführlichere Untersuchungen beizubringen.

Rudolph Wagner, der viele Experimental-Untersuchungen über die Innervation des Herzens angestellt hat, berichtet, dass bei Vögeln die Verlangsamung von den Vagis aus sehr unvollkommen erfolgt[1]; Stillstand des Herzens wird nicht erwähnt und überhaupt finde ich keine näheren Angaben, da sich die meisten Versuche auf Säugethiere beziehen.

Cl. Bernard dagegen giebt ausdrücklich an, dass es ihm niemals gelungen sei, durch elektrische Reizung der Nervi vagi Stillstand des Herzens bei Vögeln zu erzielen und fügt hinzu, dass nach seinen Erfahrungen Stillstand des Herzens um so schwerer zu erfolgen scheine, je höher die Organisationsstufe ist, welche die Thiere einnehmen, oder besser, je grösser die Thätigkeit der vitalen Erscheinungen, die sie darbieten. Vermuthungsweise stellt er den Satz auf, dass der Erfolg von der Stärke der angewandten Elektricität abhängig sei und leitet daraus das von ihm bei Vögeln erhaltene negative Resultat ab, da er bei höheren sowohl, als niederen Wirbelthieren stets eine und dieselbe Elektricitätsquelle anwandte[2]. — Ob eine Verlangsamung der Herzschläge bei Vögeln von ihm beobachtet worden ist, giebt Cl. Bernard nicht an.

Auf Cl. Bernards Autorität hin spricht sich auch Milne Edwards dahin aus, dass der Einfluss, den die Galvanisirung der N. vagi auf das Herz ausübt, bei Vögeln geringer zu sein scheint, als bei Säugethieren und Fröschen.[3])

1) R. Wagner, Experimente über die Innervation des Herzens in Nachrichten von der G. A. Universität und der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, No. 8, 10. April 1854, p. 127.

2) Cl. Bernard, Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux, Paris 1858. T. II. p. 394.

3) H. Milne Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Paris 1859, T. IV., 1. partie, p. 151.

Es ist somit klar, wie wenig sichere Kenntnisse wir über den Einfluss der N. vagi auf die Bewegung des Herzens bei Vögeln besitzen und es könnte sogar die Frage aufgeworfen werden, ob denn wirklich Stillstand des Herzens, und nicht eine blosse Verlangsamung seiner Bewegung, bei Vögeln nach Reizung der N. vagi beobachtet worden ist?

Es schien mir daher von Interesse, zumal da a priori eine principielle Verschiedenheit in dieser Beziehung zwischen Vögeln und Säugethieren nicht gut angenommen werden kann, den Einfluss der N. vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln näher zu prüfen, um zunächst, gestützt auf sichere Beobachtung, die Frage beantworten zu können, ob bei Vögeln Tetanisiren der N. vagi Stillstand des Herzens erzeugt. So durfte ich hoffen, den Widerspruch in den Angaben der Autoren zu lösen und, wo möglich, die näheren Bedingungen festzustellen, unter welchen die erfolgreiche Anstellung des Versuches bei Vögeln möglich ist.

Ich unternahm daher, von Herrn Professor du Bois-Reymond dazu aufgefordert, in dessen Laboratorium eine Reihe von Versuchen über den Einfluss des Tetanisirens der Nervi vagi bei Vögeln auf die Herzbewegung und erlaube mir, die gewonnenen Resultate in Kürze hier mitzutheilen.

Zunächst ein Paar Worte über die Methode der Untersuchung. Als Reizmittel wählte ich die elektrische Tetanisirung und zwar, wegen der bekannten Sicherheit und Einfachheit der Anwendung, mittelst des du Bois'schen Schlittenmagnetelektromotors; der Apparat wurde in der Regel durch ein Daniell'sches Element in Thätigkeit versetzt. In den Kreis der secundären Spirale war zur Unterbrechung der Reizung ein sogenannter Schlüssel eingeschaltet, dessen Gebrauch bei elektrischen Reizversuchen nicht warm genug zu empfehlen ist und entschieden den Vorzug verdient vor jedem anderen Mittel zur Schliessung und Oeffnung des Stromes; beim Gebrauche des Schlüssels genügt ein leiser Druck eines einzigen Fingers, um den zu reizenden Nerven abwechselnd und momentan in Tetanus oder absolute Ruhe

zu versetzen. Die Elektroden, auf die die Nerven zu liegen kamen, bestanden aus Zink, hatten 4—5 Millim. Spannweite und ruhten auf der Glasplatte der stromzuführenden Vorrichtung du Bois-Reymond's. Dass alle bei elektrischen Reizversuchen so nothwendigen Cautelen sorgfältig berücksichtigt worden sind, brauche ich wohl kaum hervorzuheben. Die Reizung der Nervi vagi geschah stets nach vorhergegangener Durchschneidung derselben, es wurden also immer die peripherischen Enden der Nervi tetanisirt. Das Schwierigste bei Anstellung dieser Versuche ist ohnstreitig die Blosslegung der Nervi vagi und ihre Trennung von den anliegenden Theilen auf einer gehörig langen Strecke. Die Nervi vagi besitzen bei Vögeln eine bedeutende Länge und oberflächliche Lage, ihre Isolirung wird aber durch die Nähe der Gefässe wesentlich erschwert. Bekanntlich laufen die Nervi vagi am Halse, zu beiden Seiten der Luftröhre herab, sind von dem dünnen Halshautmuskel bedeckt und in ihrem Verlaufe von der Drosselvene und der absteigenden Nackenarterie begleitet; der rechte Vagus hat wegen der Speiseröhre eine etwas tiefere Lage. Den grössten Einfluss auf das Gelingen des Experimentes übt aber gerade die Art der Präparation der Nervi vagi aus; je schonender dieselbe ist, je weniger die Nerven während derselben einer mechanischen Zerrung und Reizung unterliegen, um so präciser und ausgesprochener ist der Erfolg des Versuches. Blutungen sind schwierig gänzlich zu vermeiden, da viele kleine quer verlaufende Venen nothwendig durchschnitten werden müssen. Die Verletzung der Drosselvene wird bei gehöriger Uebung leicht vermieden. Bei Vögeln haben übrigens Blutungen, selbst aus grösseren Gefässen, selten einen schwächenden Einfluss auf die Herzthätigkeit, das Blut coagulirt so rasch, dass der Blutverlust in der Regel nur sehr gering ausfällt.

Zum Zählen der Herzschläge bediente ich mich der Auscultation; es war anfangs meine Absicht, die Middeldorpf'sche Nadel dazu zu verwenden, ich überzeugte mich jedoch bald, dass die von Wagner eingeführte und bei

Säugethieren so schätzbare Methode der Acupunctur bei Vögeln nicht geringe Schwierigkeiten in der Anwendung darbietet; namentlich werden die Bewegungen der Nadel durch den dicken Brustmuskel und das Brustbein gehemmt, eine Einführung der Nadel aber von den Intercostalräumen aus ist anatomischer Verhältnisse wegen nicht gut ausführbar, endlich ist auch die Lage des Herzens, besonders bei Hühnern, eine ungünstige zu nennen; namentlich wird die Herzspitze fast ganz von dem Leberlappen bedeckt. Dies die Hauptursachen, in Folge derer ich von der sonst so sicheren und bequemen Anwendung der Acupunctur abstehen und zum Stethoskope greifen musste. Uebrigens bietet die Methode der Auscultation, ausser einiger Umständlichkeit in der Anwendung, keine irgendwie namhaften Fehlerquellen dar und erlaubt, bei einiger Uebung, eine sichere und genaue Schätzung der Zahl und der Stärke der Herzcontractionen. Fünf bis sechs Schläge auf die Secunde, und das ist das bei Weitem häufigste Verhalten bei Vögeln, sind gewiss leicht mit dem Gehör zu unterscheiden und bei einiger Uebung gelingt auch selbst das exacte Zählen einer noch mehr gesteigerten Zahl der Herzschläge.

Die bei Weitem am meisten Versuche sind an Hühnern angestellt.

Stillstand des Herzens erfolgt bei Vögeln, ebenso wie bei Säugethieren und Fröschen, beim Tetanisiren sowohl beider Nervi vagi, als auch nur eines von ihnen. Es sei mir erlaubt, aus meinen zahlreichen Versuchen folgende als Belege hervorzuheben.

Versuch I.

Huhn. Tetanisiren der peripherischen Enden beider Nervi vagi bei vollständig übereinandergeschobenen Rollen des Schlittenmagnetelektromotors und einem Daniell'schen Elemente.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Reizung.	Dauer der Reizung in Secunden.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor dem Tetanisiren.	Zahl der Herzschläge während des Tetanisirens.	Dauer des Stillstandes des Herzens in Secunden.
5 Uhr 20 Min.	15	24	0	8
5 „ 25 „	30	24	0	25
5 „ 30 „	60	27	0	30
5 „ 35 „	75	24	0	30
5 „ 40 „	60	24	0	60
5 „ 45 „	40	26	0	10
5 „ 50 „	50	24	0	35

Versuch II.

Huhn. Reizung beider Nervi vagi; die Rollen des Schlittenmagnetelektromotors sind vollständig übereinandergeschoben, und der Apparat durch ein Daniell'sches Element in Thätigkeit versetzt.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Reizung.	Dauer der Reizung in Secunden.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor dem Tetanisiren.	Zahl der Herzschläge während des Tetanisirens.	Dauer des Stillstandes des Herzens in Secunden.
4 Uhr 40 Min.	30	27	0	7
4 „ 45 „	35	27	0	8
4 „ 50 „	25	24	0	9
4 „ 55 „	30	24	0	8
5 „ 10 „	15	24	0	10
5 „ 15 „	25	21	0	5
5 „ 45 „	15	21	0	8

Versuch III.

Huhn. Reizung von beiden Vagi aus bei übereinandergeschobenen Rollen des Apparates und einem Daniell'schen Elemente.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Reizung.	Dauer der Reizung in Secunden.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor der Reizung.	Zahl der Herzschläge während der Reizung.	Dauer des Stillstandes des Herzens in Secunden.
5 Uhr 10 Min.	5	30	0	3
5 „ 15 „	5	30	0	4
5 „ 20 „	5	30	0	4
5 „ 25 „	5	30	0	5

Versuch IV.

Gans. Tetanisiren des peripherischen Endes des linken Nervus vagus. Beide Rollen des Apparates übereinandergeschoben. Ein Daniell'sches Element.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Reizung.	Dauer der Reizung in Secunden.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor der Reizung.	Zahl der Herzschläge während des Tetanisirens.	Dauer des Stillstandes des Herzens in Secunden.
3 Uhr 35 Min.	10	14	4 in 5 Secund.	0
3 „ 40 „	5	14	0	3
3 „ 45 „	5	14	0	3
3 „ 50 „	5	12	0	2
3 „ 55 „	5	11	0	2
4 „ 0 „	5	11	0	2

Versuch V.

Huhn. Tetanisiren des peripherischen Endes des linken Nervus vagus. Beide Rollen des Schlittenapparates übereinandergeschoben. Ein Daniell'sches Element.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Reizung.	Dauer der Reizung in Secunden.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor der Reizung.	Zahl der Herzschläge während der Reizung.	Dauer des Stillstandes des Herzens in Secunden.
4 Uhr 50 Min.	5	27	12 } in je	0
4 „ 51 „	5	27	9 } 5 Sec.	0
4 „ 52 „	5	27	0	1
4 „ 53 „	5	27	0	1
4 „ 55 „	10	27	0	7

Man ersieht aus diesen Versuchen, dass die Sistirung der Herzschläge sowohl bei Reizung beider Nervi vagi, als auch nur eines von ihnen erfolgt, zugleich aber auch, dass die Reizung beider Nervi vagi die bei Weitem wirksamere ist. Der Stillstand des Herzens erfolgt beim Tetanisiren beider Nervi vagi nicht nur constanter und sicherer, sondern er hält auch länger an. Die Stärke der Reizung, die beim Tetanisiren von beiden oder von einem Vagus aus zur Sistirung der Herzthätigkeit nothwendig ist, ist in beiden Fällen nahezu gleich, wenigstens konnte ich in meinen Versuchen keinen ausgesprochenen Unterschied bemerken. Wenn überhaupt zum Gelingen derartiger Versuche eine möglichst schonende Präparation der Nerven, selbst bei Säugethieren, unerlässliche Bedingung ist, was schon Ed. Weber urgirt[1]), so gilt das ganz vorzüglich für die Versuche an Vögeln und namentlich für die Reizung von einem Vagus; die geringste mechanische Dehnung, Zerrung und Quetschung der Nerven reicht hin, um den Erfolg des Experimentes unsicher, ja unmöglich zu machen. Die rasche Erschöpfbarkeit der Nerven bei Vögeln erklärt dieses Verhalten hinlänglich.

Was die Dauer des Stillstandes betrifft, so ist sie eine sehr variable und es lässt sich darüber wenig im Allgemeinen aussagen. Beträchtlicher ist sie, wie schon oben

1) Ed. Weber, A. a. O. S. 45.

bemerkt, wenn beide Nervi vagi tetanisirt werden; sie wächst ausserdem, wie ich bemerkt zu haben glaube und wie es auch für Säugethiere angegeben wird, bis zu einer gewissen, nicht näher anzugebenden Grenze mit wachsender Stärke und Dauer des Reizes; wird dagegen diese Grenze überschritten, so sinkt die Dauer des Stillstandes und endlich tritt gar kein Stillstand mehr ein, was sich aus der Erschöpfung der Nerven gut erklärt. Wird nun den Nerven einige Zeit Ruhe gegönnt, sei es, dass der Verlust ihrer Erregbarkeit eine Folge der grossen Stärke oder der langen Dauer der Reizung ist, so stellt sich die Erregbarkeit und Leistungsfähigkeit der Nerven in der Regel wieder her und es erfolgt bei fortgesetzter Reizung von Neuem Stillstand oder doch wenigstens Verlangsamung der Herzschläge, aber je öfter die Reizung erfolgt, desto schwieriger erholen sich die Nerven, einer desto längeren Ruhe bedürfen sie zur Herstellung ihrer Leistungsfähigkeit, desto unsicherer wird endlich der Erfolg der Reizung. Eine mässige Reizung hat oft im Gegentheil eine Kräftigung der Nerven zu Folge, so wenigstens glaube ich den nicht selten beobachteten Umstand erklären zu müssen, dass eine sich vollkommen gleich bleibende Reizung des Nerven zu Anfang unwirksam blieb, wenigstens keine scharf ausgeprägte Wirkung hervorrief, nach mehrmaliger Application aber entschieden an Wirksamkeit gewann und nun oftmals nicht nur blosse Verlangsamung der Herzbewegung, sondern auch wirklichen Stillstand des Herzens bewirkte. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Dauer des Stillstandes des Herzens bei Vögeln eine geringere ist, als bei Säugethieren und namentlich bei Fröschen; in der Mehrzahl der Fälle beträgt sie 5—10 Secunden; die längste, die ich beobachtet habe, betrug etwas über eine Minute.

Die Stärke der Reizung übt, wie Cl. Bernard richtig vermuthet hat[1]), einen entschiedenen Einfluss auf den Erfolg des Versuches. Im Allgemeinen ist die Stärke der Reizung, die bei Vögeln zur Sistirung der Herzthätigkeit nothwendig

1) Cl. Bernard, a. a. O. T. II. S. 394.

ist, eine bedeutend grössere, als bei Säugern und Fröschen. Bei Anwendung eines Daniell'schen Elementes und des du Bois'schen Schlittenmagnetelektromotors sah ich in zahlreichen Versuchen Stillstand des Herzens beim Tetanisiren der peripherischen Enden beider Nervi vagi nie früher eintreten, als wenn die Rollen wenigstens zur Hälfte übereinandergeschoben waren; noch sicherer gelingt aber der Versuch, wenn der Rollenabstand = 0 ist, d. h. wenn die secundäre Rolle vollständig über die primäre verschoben ist; fast constant tritt dann, unter sonst günstigen Umständen, Stillstand des Herzens ein. — Die Verlangsamung der Herzbewegung tritt in der Regel schon bei viel geringerer Stärke der Reizung deutlich hervor, ihr Werth wächst natürlich aber auch mit steigender Reizung.

Zur Erläuterung mag folgendes Beispiel dienen.

Versuch VI.

Gans. Tetanisiren des linken Nervus vagus. Der Apparat ist durch ein Daniell'sches Element in Thätigkeit versetzt. Die Reizung erfolgt von 5 zu 5 Minuten und wird jedesmal 5 Secunden fortgesetzt.

Rollenabstand in Millim.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor der Reizung.	Zahl der Herzschläge während des Tetanisirens.	Dauer des Stillstandes des Herzens in Secunden.
130	12	8 (In je 5 Sec.)	0
110	12	7 (In je 5 Sec.)	0
40	13	5 (In je 5 Sec.)	0
0	13	0	2
0	12	0	2

Die Verschiebung der Nerven auf den Elektroden giebt ein kräftiges Mittel an die Hand, die Sistirung oder Verlangsamung der Herzschläge längere Zeit hintereinander zu beobachten; ist nämlich die Reizung nicht über-

mässig gewesen (an Stärke oder Dauer) und die Erschöpfung der Nerven mehr local auf den Ort der Reizung beschränkt geblieben, so genügt es in der Mehrzahl der Fälle, die Nerven auf den Elektroden etwas zu verschieben d. h. eine tiefere Stelle der Nerven der Reizung zu unterwerfen, um die Wirkung des Reizes nicht nur wiederum klar, sondern oft auch stärker und ausgesprochener als früher hervortreten zu sehen. Hat man ein hinlänglich langes Stück des Nerven blossgelegt, so kann man die Verschiebung des Nerven auf den Elektroden eine geraume Zeit lang fortsetzen. Als Beispiel führe ich folgende zwei Versuche an.

Versuch VII.

Gans. Tetanisiren des linken Vagus bei übereinandergeschobenen Rollen des Schlittenmagnetelektromotors und einem Dan. Element. Die Reizung erfolgt von 3 zu 3 Minuten und dauert jedesmal 5 Secunden. — Nach einer gewissen Dauer der Reizung an einer und derselben Stelle des Nerven macht das Herz 14 Schläge in 5 Secunden vor dem Tetanisiren, 8 dagegen in 5 Secunden während der Reizung; nun wird der Nerv auf den Elektroden etwas verschoben; die Zahl der Herzschläge vor der Reizung bleibt, wie früher, 14 in 5 Secunden, während der Reizung dagegen macht jetzt das Herz nur 7 Schläge in 5 Secunden; derselbe Erfolg tritt bei mehrmaliger Reizung auf, fängt aber an nach ungefähr 12—15 Minuten schwächer zu werden. Nun wird eine noch tiefere Stelle des Nerven auf den Elektroden ausgebreitet und sogleich steigt auch der Erfolg der Reizung; unmittelbar vor dem Tetanisiren macht das Herz nach wie vor 14 Schläge in 5 Secunden, während des Tetanisirens erfolgt dagegen jetzt Stillstand des Herzens, der ein Paar Secunden anhält, nach dreimaliger Anwendung desselben Reizes erfolgt kein Stillstand mehr, sondern blosse Verlangsamung der Herzbewegung; aber eine neue Verschiebung des Nerven auf den Elektroden genügt wiederum, um nochmals ein paar Mal hinter einander Stillstand des Herzens von mehreren Secunden Dauer zu erzielen.

Folgender Versuch macht es anschaulich, wie Verschiebung der Nerven auf den Elektroden den Werth der Verlangsamung der Herzschläge erhöht.

Versuch VIII.

Huhn. Tetanisiren beider Nervi vagi bei 0 Millim. Rollenabstand und einem Dan. Element von 5 zu 5 Minuten. Dauer der jedesmaligen Reizung 5 Secunden. In diesem Versuche hatte ich Anfangs sehr ausgesprochenen Stillstand des Herzens, ich gebe aber der Kürze wegen nur diejenigen Zahlen, die in einer späteren Periode des Versuches erhalten wurden, wo blosse Verlangsamung eintrat.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Reizung.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden vor der Reizung.	Zahl der Herzschläge in 5 Secunden während der Reizung.
2 Uhr 20 Min.	30	21
Die Nerven werden auf den Elektroden etwas verschoben.		
2 Uhr 25 Min.	30	17
Der Reizung wird eine noch tiefere Stelle des Nerven unterworfen.		
2 Uhr 30 Min.	30	12

Obgleich Stillstand des Herzens bei Vögeln unter dem Einflusse des elektrischen Tetanisirens der Nervi vagi gar keine seltene Erscheinung ist und unter günstigen Verhältnissen selbst constant eintritt, so hat man doch bei derartigen Versuchen eine blosse Verlangsamung der Herzbewegung noch oft genug zu beobachten Gelegenheit, in der Regel ist dies z. B. der Fall, wenn die Nerven bei der Blosslegung nicht gehörig geschont worden sind; in manchen Fällen schien es mir auch von der Individualität der Thiere abzuhängen, von einem geringen Kraftmaasse oder einer leichten Erschöpfbarkeit der Organisation; ebenso erhält man,

wie schon oben erwähnt, beim Tetanisiren der N. vagi eine blosse Verlangsamung bei nicht ausreichender Stärke der Reizung; endlich ist noch zu erwähnen, dass beim Tetanisiren bloss eines N. vagus öfter Verlangsamung als Stillstand eintritt. Die Verlangsamung der Herzbewegung ist in der Regel eine sehr bedeutende; so sinkt nicht selten die Zahl der Herzschläge während der Reizung auf die Hälfte, auf ein Drittel, ja selbst auf ein Viertel der ursprünglichen (d. h. derjenigen, die vor der Reizung war und nach Sistirung der Reizung allmälig wieder eintritt) herab; eine noch bedeutendere Verlangsamung habe ich nicht beobachtet; waren die Verhältnisse günstig, das Thier kräftig, die Nerven erregbar, die Stärke der Reizung genügend, so sank die Zahl der Herzschläge gewöhnlich nicht zu einem noch tiefern Werthe der ursprünglichen Zahl herab, sondern es trat dann in der Regel entweder momentan oder doch nach einigen wenigen und seltenen Contractionen Stillstand des Herzens ein.

Die Herzbewegung nimmt bei Vögeln, ebenso wie bei Säugethieren und Fröschen, unter dem Einflusse des Tetanisirens der N. vagi nicht nur an Frequenz ab, sondern auch, und nicht selten sehr bedeutend, an Stärke und Ausgiebigkeit.

Nicht selten wird auch der Stillstand des Herzens durch eine kurze, stossweise Contraction unterbrochen, hält aber nachher noch einige Zeit an. Manchmal tritt auch der Fall ein, dass es zu keinem ausgesprochenen Stillstand kommt, sondern es entsteht, wie Volkmann [1]) sich trefflich ausdrückt, ein eigenthümliches, planloses Zucken und Wühlen in den einzelnen Herzmuskeln. —

Ist die Reizung von nur kurzer Dauer und nicht übermässiger Stärke und die Erregbarkeit der gereizten Nerven noch gross, so hält auch gewöhnlich der Stillstand des Herzens so lange an, als das Tetanisiren fortgesetzt wird; ist dagegen eine von den genannten Bedingungen nicht erfüllt

1) A. W. Volkmann, Hämodynamik S. 379.

und namentlich die Erregbarkeit der Nerven mehr oder weniger schon gesunken, so ist die gewöhnliche Erscheinung, die man bei Vögeln beobachtet, ganz derjenigen analog, die auch bei Säugern und Fröschen eintritt; das Herz beginnt nämlich, nachdem es eine Zeitlang in Stillstand verblieben, der fortdauernden Reizung ohngeachtet, seine Contractionen wieder. Charakteristisch in dieser Beziehung für die Vögel ist nur das frühzeitigere Wiederauftreten der Herzschläge. Regel ist nur bei dieser Erscheinung, dass die Herzcontractionen anfänglich äusserst selten und schwach sind und nur ganz allmälig an Zahl und Stärke zunehmen; fast nie aber erreicht die Zahl der Herzschläge bei fortdauernder Reizung den ursprünglichen Werth (es müsste denn die Erregbarkeit der Nerven ganz erloschen sein); erst nach Sistirung der Reizung (und zwar, wie wir sogleich sehen werden, auch dann erst nach einer gewissen, genau messbaren Zeit) gelangt der Herzschlag zu seiner frühern Frequenz. Endlich kann auch derjenige Fall eintreten, dass die Zahl der Herzcontractionen, nachdem der Herzschlag bei fortdauernder Reizung wieder eingetreten, bis zur Aufhebung des Reizes nicht anwächst, sondern sich auf einer constanten Stufe erhält. Folgendes Beispiel mag beide Fälle erläutern.

Versuch IX.

Huhn, Tetanisiren der beiden N. vagi bei 0 Millim. Rollenabstand und einem Daniell'schen Elemente.

5 Uhr 34 Min. Die Zahl der Herzschläge ist unmittelbar vor der Reizung 24 in 5 Secunden. Die Tetanisirung wird 30 Secunden fortgesetzt; unter ihrem Einflusse steht das Herz 5 Secunden lang still, beginnt aber nach Verlauf dieser Zeit bei fortdauerndem Tetanisiren seine Contractionen wieder und macht in den ersten 5 Secunden nach Wiedereintritt der Contractionen 9 Schläge, in den zweiten 5 Secunden 11 Schläge, in den dritten 13, in den vierten 15, in den fünften 15. Jetzt wird das Tetanisiren sistirt und ungefähr nach einer halben Minute macht das Herz wieder 24 Schläge in 5 Secunden.

5 Uhr 36 Min. Die Nerven werden auf den Elektroden ein wenig verschoben. Die Reizung dauert 55 Secunden. Das Herz steht 25 Sec. still, darauf macht es in den folgenden 30 Sec. bei fortdauernder Reizung, von 5 zu 5 Sec. gezählt, 11, 11, 13, 14, 16, 17 Schläge. Das Tetanisiren wird nun unterbrochen und nach einer halben Minute zähle ich wieder 24 Schläge in 5 Sec.

5 Uhr 42 Min. Dauer der Reizung 60 Sec. Stillstand im Verlaufe von 25 Sec.; in den darauf folgenden 35 Sec. zähle ich von 5 zu 5 Sec. 6, 6, 6, 7, 7, 9, 12 Schläge. Eine halbe Stunde nach Unterbrechung der Reizung macht das Herz wieder 24 Schläge in 5 Sec.

5 Uhr 50 Min. Dauer der Reizung 46 Sec. Stillstand des Herzens im Verlaufe von 10 Sec.; während der übrigen 30 Sec., wo die Reizung fortbesteht, zähle ich 6, 6, 6, 6, 6, 6 Schläge in je 5 Sec. Einige Zeit nach Unterbrechung der Reizung wiederum 24 Schläge in 5 Sec.

5 Uhr 56 Min. Die Nerven werden von einer etwas tieferen Stelle aus 35 Sec. lang tetanisirt; Stillstand des Herzens dauert 15 Sec.; darauf macht das Herz 6, 6, 6, 6 Schläge in je auf einander folgenden 5 Sec. 25 Sec. nach Unterbrechung der Reizung zähle ich wieder 24 Schläge in 5 Sec.

Was nun die Herzschläge nach Unterbrechung des Tetanisirens betrifft, so begegnet uns auch hier ein dem eben mitgetheilten ähnliches Verhalten. Auch nach Sistirung des Reizes erreichen die Herzcontractionen nicht sofort ihre ursprüngliche Frequenz, sondern erfahren ein ganz allmäliges Anwachsen und gelangen in der Regel zu dem Normalwerthe erst nach 20—25 Sec. und selbst mehr, scheinbar also etwas später, als nach R. Wagner[1]) bei Säugethieren, wo dies in der Regel schon in den dritten 5 Sec. erfolgt. Das Gesagte gilt ebenso auch für die Verlangsamung der Herzschläge, wenn kein Stillstand eingetreten war. Es sei mir erlaubt, wiederum ein Beispiel anzuführen.

1) a. a. O. S. 133.

Versuch X.

Huhn. Tetanisiren Anfangs des linken, dann beider N. vagi bei Rollenabstand = 0 und 1 Dan. Elemente.

4 Uhr 39 Min. Zahl der Herzschläge vor der Reizung = 24 in 5 Sec.; unter dem Einflusse der Reizung des linken Vagus erfolgt eine Verlangsamung der Herzschläge auf 15 in 5 Sec.; nach 5 Sec. wird die Reizung unterbrochen und in den folgenden 15 Sec. macht das Herz, von 5 zu 5 Sec. immer gezählt, 18, 21, 24 Schläge.

4 Uhr 42 Min. Unter dem Einflusse des Tetanisirens beider Vagi steht das Herz 7 Sec. still; nun wird die Reizung unterbrochen und ich zähle von 5 zu 5 Sec. 6, 9, 11, 15, 21, 24 Schläge.

4 Uhr 47 Min. Das Herz steht 8 Sec. still und macht nach Unterbrechung des Tetanisirens 6, 10, 18, 24 Schläge in je 5 Sec.

4 Uhr 50 Min. 9 Sec. Stillstand; darauf nach Unterbrechung der Reizung 6, 10, 15, 21, 24 Schläge in je 5 Sec.

4 Uhr 55 Min. 8 Sec. Stillstand und nach Unterbrechung der Reizung 12, 15, 18, 21, 24 Schläge von 5 zu 5 Sec. gezählt. —

Gewöhnlich beobachtet man nach einer ganzen Reihe von mehr oder weniger lange andauernden Tetanisirungen nach Beendigung des Versuches schliesslich eine gewisse, aber meist nur geringe Verlangsamung des Herzschlages; seltener schon tritt derjenige Fall ein, dass die Frequenz der Herzschläge sich im Verlaufe des Versuches nicht (oder nahezu nicht) ändert und schliesslich ihren ursprünglichen Werth beibehält; nur in ganz vereinzelten Fällen habe ich eine schliessliche, aber nur sehr unbedeutende Vermehrung der Herzschläge wahrgenommen. Worauf dieser Unterschied beruht, weiss ich nicht anzugeben, individuelle Verschiedenheit und äussere Umstände mögen hier die meiste Geltung haben.

Verlangsamung der Herzschläge fehlt bei irgendwie aus-

reichender Stärke der Reizung beim Tetanisiren der peripherischen Enden der Nervi vagi bei Vögeln niemals. Erreicht aber die Reizung den nöthigen Grad der Stärke nicht, so bleibt sie durchaus ohne Erfolg auf die Herzbewegung. Nie habe ich in zahlreichen Versuchen eine Vermehrung der Herzschläge bei Vögeln bei Einwirkung schwacher Ströme beobachtet, was mit Pflüger's [1]) Erfahrungen an Säugethieren und Fröschen vollkommen übereinstimmt.

Stillstand des Herzens erfolgt auch bei Reizung von der Medulla oblongata aus und zwar, wie Wagner [2]) richtig angiebt, leichter als von den Vagi aus, d. h. schon bei einer geringeren Stärke der Reizung; ich erhielt z. B. (mit einem Daniell'schen Elemente) Stillstand des Herzens schon bei 90 Millim. Rollenabstand des du Bois'schen Schlittenmagnetelektromotors. Doch besitze ich über diese Art der Reizung zu wenig Erfahrung, um darüber etwas Bestimmteres angeben zu können. Nur einer Erscheinung möchte ich noch Erwähnung thun, von der ich mich bestimmt überzeugt zu haben glaube. Ich habe nämlich beobachtet, dass die Zahl der Herzschläge bei Reizung von der Medulla oblongata aus sowohl nach dem Stillstande des Herzens bei fortdauernder Reizung, als auch unmittelbar nach Unterbrechung des Tetanisirens beträchtlich höher ist, als vor der Reizung, und allmälig herabsinkend erst einige Zeit nach Unterbrechung der Reizung zu ihrem früheren Werthe gelangt; dass sich hier also ein ganz anderes Verhältniss herausstellt, als bei der Reizung von den N. vagi aus. Eine genügende Erklärung dieser Erscheinung vermag ich nicht zu geben; die Erschöpfung der Thätigkeit der Medulla oblongata scheint mir allein zur Erklärung noch nicht auszureichen.

Durchschneidung der Nervi vagi (auch eines von

1) Ed. Pflüger, Experimental-Beitrag zur Theorie der Hemmungsnerven — in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv f. 1859 Heft 1, S. 16. 19.

2) a. a. O. S. 127.

ihnen, sicherer aber beider) hat bei Vögeln gewöhnlich dauernde Vermehrung der Herzschläge zur Folge; darin nähern sich also die Vögel den Säugethieren und unterscheiden sich von den Fröschen, bei denen bekanntlich eine Vermehrung der Herzschläge nach Trennung der Nervi vagi nicht beobachtet worden ist. Die Vermehrung der Herzschläge ist aber bei Vögeln in der Regel nur eine geringe, eine viel geringere, als sie z. B. nach Wagner [1]) bei Säugethieren ist, wo sie ungefähr $1/4$ bis $1/3$ der Normalzahl beträgt (freilich wurden in Wagner's Versuchen an Säugethieren ausser den Vagis auch noch die Sympathici durchschnitten). Um ein Beispiel zu geben, will ich anführen, dass in einem Falle die Zahl der Herzschläge nach Trennung beider N. vagi von 24 auf 27 (in 5 Sec.) stieg, in einem anderen Falle von 27 auf 30, in einem dritten (sehr gelungenen) von 18 auf 27. Diesen Umstand der nur unbeträchtlichen Vermehrung der Herzschläge nach Trennung der N. vagi bei Vögeln möchte ich am liebsten mit der schon so hohen normalen Frequenz des Herzschlages bei Vögeln in Zusammenhang bringen. Die Vermehrung der Herzschläge tritt in der Regel nicht auf, wie ich mich bestimmt überzeugt habe, wenn die Nerven während der Präparation einem mechanischen Eingriffe, einer Zerrung oder Dehnung unterlegen sind; ich glaube dies dadurch erklären zu müssen, dass wir es in solchen Fällen mit einer, ich möchte sagen, mechanischen Tetanisirung zu thun haben, die den Erfolg der nachfolgenden Trennung der Vagi ganz oder theilweise aufhebt und vereitelt. Es versteht sich von selbst, dass man jedesmal die Unruhe und Aufregung des Thieres abwarten muss, ehe man die Zählung vornimmt, wenn man zu sicheren und constanten Ergebnissen gelangen will. Ebenso muss der Schluss aus zahlreichen Versuchen gezogen werden, da in vielen Einzelfällen beträchtliche individuelle Verschiedenheiten und Abweichungen eintreten.

---

1) a. a. O. S. 134.

Eckhard[1]) hat bekanntlich dargethan, dass Verlangsamung der Herzbewegung, ja selbst Stillstand des Herzens auch durch chemische Reizung der N. vagi mittelst Kochsalz erzeugt werden kann. Ich versuchte nun auch bei Vögeln die chemische Reizung anzuwenden, indem ich 4—5 Centim. lange Stücke der beiden hoch oben am Kopfe durchschnittenen N. vagi in concentrirte und (nahezu bis zur Temperatur des Blutes) erwärmte Kochsalzlösung tauchen liess, wobei Sorge getragen wurde, dass sie von allen Seiten mit der Lösung in Berührung kamen, muss jedoch gestehen, dass ich dabei zu keinem genügenden Resultate gelangt bin, da ich nicht bestimmt angeben kann, ob Stillstand des Herzens erfolgt ist; nur soviel kann ich mit Bestimmtheit behaupten, dass ich eine sehr deutliche Verlangsamung der Herzschläge beobachtet habe. Diese Verlangsamung begann schon nach 3 Minuten Einwirkung, wuchs aber mit der Dauer der Einwirkung noch mehr an und erlangte ihr Maximum nach ungefähr 10 Minuten Einwirkung; die Zahl der Herzschläge war um diese Zeit ungefähr auf $^1/_3$ des ursprünglichen Werthes gefallen. Die Beobachtung wird bei dieser Art der Reizung durch den Umstand sehr erschwert, dass die Reizung hier eine constante ist, selbst nach Entfernung des Reizes fortdauert und deshalb nicht nach Willkür sistirt oder umgekehrt vermehrt und verstärkt werden kann.

Nach Heidenhain's Vorgang[2]) versuchte ich endlich auch die mechanische Tetanisirung der Nervi vagi bei Vögeln, indem ich dazu den von du Bois-Reymond modificirten Heidenhain'schen mechanischen Tetanomotor benutzte; ich gelangte dabei aber zu keinem positiven Resultate (d. h. ich erhielt keinen Stillstand des Herzens), was ich hauptsächlich dem Umstande zuschreiben möchte, dass man bei diesem schwierigen Versuche nie sicher ist, dass der Nerv vom tetanisirenden Hämmerchen gehörig getroffen wird;

---

1) Eckhard, zur Theorie der Vagus-Wirkung — in Müller's Archiv für 1851 Heft 3 S. 205.

2) Moleschott's Untersuch. z. Naturlehre Bd. IV, 1858, S. 131.

dieser Umstand wird aber seinerseits durch die Schwierigkeit der genauen Einstellung des Hämmerchens, durch die anatomische Lage der Nerven und die ganze Construction des Apparates nothwendig bedingt. Ich glaube um so eher zu diesem Schlusse berechtigt zu sein, als ich in einem Versuche unmittelbar von der missglückten mechanischen Tetanisirung zur elektrischen überging (und zwar von denselben Stellen der Nerven aus) und dabei viele Mal hinter einander einen sehr ausgesprochenen und lange anhaltenden Stillstand des Herzens beobachtete. Ich bin deshalb überzeugt, dass Stillstand des Herzens bei Vögeln auch durch mechanisches Tetanisiren der Nervi vagi zu erzielen ist; namentlich, denke ich, müsste dies bei Anwendung des von Heidenhain kürzlich in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, 1858, Bd. IV S. 124 beschriebenen mechanischen Tetanomotors für Vivisectionen gelingen, der bei solchen Versuchen bequemer zu handhaben ist. Leider stand mir ein solcher Apparat nicht zu Gebote.

Vögel überleben die Operation der Durchschneidung und Excision beider N. vagi in der Regel mehrere Tage, also länger, als Säugethiere, wie dies schon von Joh. Müller[1]) hervorgehoben worden ist; die längste Dauer des Ueberlebens, die ich bei diesen Versuchen beobachtet habe, betrug 5 Tage (und zwar bei ziemlich ungünstigen Verhältnissen der Verpflegung). Die Respiration ist unmittelbar nach der Operation, wie ich übereinstimmend mit Cl. Bernard[2]) beobachtet habe, sehr erschwert, was in der Streckung des Halses und im weiten Oeffnen des Schnabels, in einem, so zu sagen, Schnappen nach Luft, klar hervortritt; später geht die Respiration leichter und ruhiger von Statten; die Verdauung ist dauernd gestört, das Schlucken sehr erschwert. Der Tod scheint eine Folge zu sein der gestörten Verdauung und Ernährung und erfolgt unter Zeichen steigender Inanition.

---

1) J. Müller, Handb. d. Physiologie u. s. w. Bd. I. 4. Aufl. S. 278.

2) a. a. O. S. 427.

Aus den vorstehenden Untersuchungen lassen sich die Hauptergebnisse in folgenden zwei Sätzen zusammenfassen:

1. Stillstand des Herzens erfolgt bei Vögeln, wie auch bei Säugethieren, beim Tetanisiren sowohl beider N. vagi, als auch nur eines von ihnen.
2. Vermehrung der Herzschläge tritt bei Vögeln, wie auch bei Säugethieren, nach Trennung der N. vagi ein.

Ich glaube somit erwiesen zu haben, dass im Verhalten der N. vagi zur Herzthätigkeit zwischen Säugethieren und Vögeln kein principieller Unterschied besteht; dieselben Gesetze, die in dieser Beziehung für die Säugethiere dargethan sind, haben auch für Vögel vollkommene Geltung, und alle Abweichungen, die theils constant, theils zuweilen zur Beobachtung kommen, lassen sich recht gut auf graduelle Unterschiede zurückführen und finden namentlich in der so leichten Erschöpfbarkeit der Nerven bei Vögeln ihre vollständige Erklärung.

Schliesslich sei es mir erlaubt, Herrn Professor Dr. du Bois-Reymond, auf dessen Anregung und unter dessen gütiger Leitung diese Versuche angestellt sind, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Berlin, 31. März 1859.

Beitrag zur Anatomie der Peyer'schen Drüsen.

Von

Dr. Rudolf Heidenhain,
Professor der Physiologie in Breslau.

(Hierzu Taf. XIII.)

Die Untersuchung des Ursprunges der Chylusgefässe in der Darmwand ist eine der schwierigsten Aufgaben für die feinere Anatomie. Man braucht nur einen kurzen Blick auf die Literatur dieses Gegenstandes zu werfen, um sich zu überzeugen, dass bis auf den heutigen Tag die allerverschiedensten Ansichten von den verschiedenen Anatomen und Physiologen aufgestellt wurden, Ansichten, die nicht auf Grund aprioristischer Theorien, sondern auf Grund objectiver Untersuchungen eine jede ihr Recht behaupten. Ein Fortschritt in der Erkenntniss war nur durch einen Fortschritt in der Methode der Untersuchung möglich. Zu dem letzteren aber verhalf mir vor anderthalb Jahren die Anwendung erhärtender Mittel auf das Gewebe der Darmschleimhaut, die Benutzung der Chromsäure, des doppeltchromsauren Kali's und des Holzessigs, — Mittel, die schon früherhin mit Glück zur Erforschung der intimeren Structurverhältnisse des Nervensystems angewendet worden sind. Die in ihnen erhärtete Darmschleimhaut giebt auf Durchschnitten ihre histologischen Elemente deutlicher zu erkennen, als wenn man dieselbe im frischen Zustande untersucht, ohne Reagentien anzuwenden, und so gelang es mir, zu den Resultaten zu kommen, welche ich im 4ten Bde. von „Moleschott's Untersuchungen" S. 251 veröffentlicht habe. Meine dort aufgestellten Ansichten sind neuerdings von Kölliker bezweifelt worden; ich werde im letzten Abschnitte dieser Arbeit Kölliker's Be-

denken zurückweisen. Hier sei nur erwähnt, dass ich durch meine gedachten Beobachtungen zu dem Schlusse kam, als die Anfänge des Chylusgefässsystems in den Darmzotten sei ein System von durch Ausläufer anastomosirenden Parenchymzellen anzusehen, die eine gewisse Analogie mit den Bindegewebskörperchen zeigen. Diese Behauptung blieb insofern hypothetisch, als es mir nicht gelungen war, die Art, auf welche jenes Zellensystem mit eigentlichen Chylusgefässen in Verbindung steht, und den Ort, an welchem sich aus demselben die eigentlichen Chylusgefässe herausbilden, nachzuweisen.

Was ich in den Darmzotten vergeblich gesucht hatte, hoffte ich an einem andern Orte des Darmes, welcher besonders zahlreichen Chylusgefässen als Ursprungsquelle dient, finden zu können, nämlich in den Peyer'schen Drüsen. Meine Erwartungen sind bis jetzt nicht erfüllt worden. Doch ist es mir ergangen, wie es oft den Naturforschern geht, die mit einer bestimmten Frage an eine Untersuchung herantreten. Die gehoffte Antwort bleibt aus, statt ihrer aber ergeben sich unerwartete neue Verhältnisse, die ihrerseits wiederum Gegenstand einer Untersuchung werden. Ich bin bisher in Bezug auf den Ursprung der Chylusgefässe aus den Peyer'schen Drüsen nicht weiter gekommen als die bisherigen Forscher, dagegen aber habe ich einige früherhin übersehene Structurverhältnisse in denselben kennen gelernt, die ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe, die Beantwortung der ursprünglich gestellten Frage weiteren Forschungen anheimstellend.

Der Stand der heutigen Kenntnisse über den Bau der Peyer'schen Drüsen ist in der letzten Ausgabe von Kölliker's Gewebelehre hinreichend dargelegt, so dass ich mich einer Erörterung desselben an diesem Orte wohl entschlagen darf, um sogleich zu meinen Befunden überzugehen.

Object und Methode der Untersuchung.

Als Untersuchungsobjecte dienten mir die Peyer'schen Drüsen des Hundes und des Kaninchens. Bei dem letzteren

benutzte ich vorzugsweise, doch nicht ausschliesslich, den von Böhm beschriebenen drüsigen Sack am Ende des Dünndarms und den Wurmfortsatz. An beiden Orten liegt in der Darmwand eine mehrfache Schicht von geschlossenen Follikeln über einander, welche denselben anatomischen Bau haben, wie die Bälge der eigentlichen Peyer'schen Drüsen.

Die Methode der Untersuchung anlangend, so habe ich fast nur injicirte Drüsen, und zwar nach vorgängiger Erhärtung auf horizontalen (der Darmoberfläche parallelen) und verticalen (senkrecht gegen die Darmoberfläche geführten) Durchschnitten untersucht. Künstliche Injectionen wurden mit Leimlösung, in der Berlinerblau frisch gefällt war,[1]) gemacht. Fast noch schönere Anfüllung der Gefässe der Peyer'schen Drüsen erreichte ich dadurch, dass ich den lebenden Thieren die Abdominalhöhle eröffnete und dann die Pfortader unterband. Lässt man die Thiere, bevor man sie tödtet, in diesem Zustande einige Zeit liegen, indem man die Darmoberfläche vor Vertrocknung schützt, so erhält man die schönste natürliche Injection der Darmcapillaren; nur ausnahmsweise entstehen Extravasate.

Aus dem auf die eine oder die andere Weise injicirten Darme schnitt ich dann die zu untersuchenden Darmstücke heraus und erhärtete sie theils in Chromsäure, theils in Holzessig, theils in Sublimat. Die Chromsäure wurde zu $^1/_2$—3 Gran auf die Unze Wasser benutzt, der Holzessig mit dem gleichen bis dreifachen Volumen Wasser versetzt, der Sublimat zu 3 Gran in 1 Unze Wasser gelöst. Für die weitere Behandlung eignen sich die in Chromsäure erhärteten Darmstücke am besten. Ich machte an den erhärteten Drüsen feine verticale oder horizontale Durchschnitte mit dem Rasirmesser und befreite dieselben auf dem Objectträger von den frei in den Follikeln in so zahlloser Menge enthaltenen zelligen Elementen durch Ausspülen mit Wasser; erst dann tritt die

1) Ich sah zuerst bei Prof. v. Wittich in Königsberg vor 8 Jahren diese Injectionsmasse anwenden. In einer Leimlösung wird Kaliumeisencyanür durch Eisenchlorid nicht körnig gefällt, sondern der Farbstoff bleibt in homogener Lösung.

innere Structur der Follikel deutlich zu Tage. Man kann zur Entfernung jener Zellen so verfahren, dass man das auf dem Objectträger liegende Deckplättchen mit einer Staarnadel an einem Rande recht oft aufhebt und wieder senkt. Der dadurch entstehende Flüssigkeitsstrom schwemmt die Zellen zum grossen Theile hinweg. Oder man kann auch nach His einen feinen Tuschpinsel anwenden, mit welchem man die Drüsensegmente in wiederholt aufgegossenem reinem Wasser abpinselt. Es gelingt dies am leichtesten an den Chromsäurepräparaten, schwieriger an denen, die in Sublimatlösung, am schwersten an solchen, die in Holzessig erhärtet wurden. —

Was ich Neues gefunden, bezieht sich nicht auf die gröbere Anordnung der Drüsenhaufen im Ganzen, sondern auf die intimere Structur der einzelnen Drüsenfollikel. Ich übergehe deshalb die Beschreibung der makroskopischen Verhältnisse, welche mit blossem Auge oder doch mit der Loupe wahrgenommen werden können, und wende mich gleich zu dem mikroskopischen Baue der einzelnen Follikel.

Gefässe der Follikel.

Die Wand der Follikel ist, wie heute die allgemeine Stimme vollkommen richtig aussagt, allseitig geschlossen. Sie besteht aus einem sehr dichten Bindegewebe, das sich an ihrer äussern Grenze in mehr oder weniger parallele, sehr dicht an einander gedrängte Fasern spalten lässt. Von diesen gehen zahlreiche Faserbündel zu dem interfolliculären Bindegewebsstroma und der Adventitia der in letzterem verlaufenden Gefässe, die ihre Aeste in das Innere der Follikel hineinsenden. Die Gefässanordnung im Inneren der Follikel erscheint auf verticalen Durchschnitten anders, als sie Kölliker für horizontale Durchschnitte angiebt. Auf den letzteren soll man die Gefässe von der Peripherie des Follikels radienartig nach der Mitte hin verlaufen und hier umbiegen sehen. (Vergl. Kölliker, mikroskop. Anatomie II, 184, Fig. 239.) Auf Längsschnitten gewahrt man nichts von jener radiären Anordnung. Vielmehr tritt hier ein sehr zier-

liches, mehr oder weniger engmaschiges Netz von Capillaren zu Tage, das sich durch den ganzen Follikel erstreckt. In Fig. I ist ein Follikel aus dem Wurmfortsatze des Kaninchens bei 40facher Vergrösserung abgebildet, um das denselben durchziehende Capillarnetz zu zeigen, welches durch Unterbindung der Pfortader am lebenden Thiere auf das Vollkommenste mit Blut injicirt war. Nicht selten sieht man am Rande eines Follikeldurchschnittes ein Gefäss längs desselben nach Art des Randgefässes der Darmzotten hinlaufen und die aus der Tiefe des Follikels kommenden Capillaren in dasselbe einmünden. — Die Weite der Gefässe bei dem unter natürlichen Verhältnissen während des Lebens bestehenden Drucke lässt sich natürlich nicht angeben. Wenn man, wie Kölliker, den Inhalt der frischen Follikel unter das Mikroskop bringt, so entleert sich ein Theil des Blutes und die Gefässe nehmen an Durchmesser ab. Untersucht man aber injicirte Gefässe, so bestimmt der Grad des bei der Injection angewandten Druckes den Durchmesser. Die Angaben über Gefässdurchmesser haben daher immer nur einen relativen Werth. Ich fand für die Capillaren im Inneren der Follikel an nicht injicirten und an solchen Präparaten, die mit Leim injicirt waren, 0,007—0,010 Millim., an Präparaten, deren Gefässe durch Unterbindung der Pfortader mit Blut gefüllt waren, 0,010—0,017 Millim.

Eigenthümliches Balkennetz im Inneren der Follikel.

Zwischen den eben beschriebenen Blutgefässcapillaren, welche durch das Innere der Follikel der Peyer'schen Drüsen ziehen, breitet sich ein Gewebe eigenthümlicher Art aus, welches bisher übersehen wurde.[1]) Man kann dasselbe nur

1) Nur bei Donders (Lehrbuch der Physiologie I, 321) und bei Billroth (Beiträge zur pathologischen Histologie, Berlin 1858 S. 130) finde ich eine Notiz, aus welcher hervorgeht, dass diese Forscher die näher zu erörternden Verhältnisse der Peyer'schen Drüsen bis zu einem gewissen Maasse gekannt haben. Doch fehlen alle genaueren Daten, so dass ich mich dadurch von der Veröffentlichung meiner Beobachtungen nicht abhalten lassen darf.

an solchen Durchschnitten beobachten, welche durch Ausspülen mit Wasser und Abpinseln von den im Inneren des Follikels frei befindlichen Elementen befreit worden sind. Dieses Gewebe aber ist ein Balkenwerk, welches die Gefässmaschen ausfüllt und die ganze Höhle des Follikels durchzieht. Die Elemente desselben zeigen sich unter der Form von Fasern, die einander in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen, auf die verschiedenste Weise mit einander anastomosiren und an der Peripherie des Follikels allmälig in das Bindegewebsstroma der Follikelwand übergehen. Durch jene Fasern wird ein System von alveolären Räumen gebildet, die nach der Mitte des Follikels hin weiter und von runder oder polygonaler Form sind, nach der Follikelwand hin enger, länglich-schmal und zuletzt fast spaltförmig werden. Diese Maschenräume schliessen die freien zelligen Elemente ein, die in den Follikeln als wesentlicher Theil ihres Inhaltes schon seit lange bekannt sind. An den Knotenpunkten, wo mehrere Balken zusammentreffen, gehen sie häufig in eine Zelle über, welche einen grossen ovalen Kern enthält, so dass ein Theil der Balken nichts weiter darstellt, als die Ausläufer sternförmiger oder mehrstrahliger Zellen. Ausser an den Knotenpunkten finden sich grosse ovale Kerne aber auch im Verlaufe einzelner Balken, in Erweiterungen derselben eingebettet. Hier hat man es offenbar mit Zellen zu thun, welche zwei Ausläufer entsenden. Die Grösse der ovalen Kerne wechselt in ziemlich weiten Grenzen; ich fand ihren Längsdurchmesser schwankend zwischen 0,010 — 0,017 Millim., den Querdurchmesser zwischen 0,007 — 0,010 Millim. Ausser diesen in ihrem ganzen Ansehen sehr charakteristischen ovalen Kernen findet sich in die Balken noch eine zweite Art von Körperchen eingebettet, rund, kleiner als jene, in ihrem Habitus den Lymphkörperchen ähnlich. Sie liegen häufiger im Verlaufe der einzelnen Balken, als an den Knotenpunkten. Die Zahl von Körpern (ovalen und runden), welche in die Elemente des Balkenwerkes sich eingeschlossen finden, ist in verschiedenen Präparaten sehr verschieden. Man vergleiche mit dieser Beschreibung Fig. II,

welche nach einem Präparate bei 300facher Vergrösserung gezeichnet wurde.

Verbindung des Balkennetzes mit den Blutgefässen.

Von ganz besonderem Interesse wird das eben beschriebene Balkenwerk durch die Beziehung, in welche dasselbe zu den Blutgefässen tritt. Schon bei oberflächlicher Betrachtung sieht man, dass viele von den Balken sich unter rechtem oder mehr oder weniger spitzem Winkel an die Wand der Blutgefässcapillaren ansetzen. Dabei erweitern sich manche von ihnen kurz vor dem Anlegen an die Gefässwand dreieckig oder kegelförmig, so dass sie mit breiter Basis auf das Gefäss auftreffen (vergl. Fig. III). Der dreieckige Raum, welcher von den auseinander weichenden Randcontouren der Balken gebildet wird, scheint beim ersten Anblicke direct mit dem Lumen der Capillargefässe zu communiciren. Die Frage, ob hier eine wirkliche Communication stattfinde, war offenbar von dem grössten Interesse und ich habe viele Versuche zur sicheren Entscheidung derselben angestellt. War eine wirkliche Communication vorhanden, so liess sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass das ganze Balkennetz, das zum grossen Theile nachweislich von Zellen, die durch Ausläufer mit einander anastomosiren, gebildet wird, ein System von sehr feinen, hohlen Canälen darstellt, die als saftführende, mit den Blutgefässen in directem Zusammenhange stehende, feinste Gefässe (vasa serosa) angesehen werden mussten. Schon mit der Untersuchung dieser Frage seit langer Zeit beschäftigt, verdoppelte ich meine Anstrengungen zur Entscheidung derselben, als Eckard in seiner unten noch näher zu besprechenden Dissertation ein dem von mir gefundenen Verhältnisse sehr ähnliches in den Alveolen der Lymphdrüsen beschrieb. Daselbst findet sich nach Eckard ein ähnliches Balkennetz, dessen Natur als saftführendes und mit den Blutgefässen in offenem Zusammenhange stehendes Canalsystem er direct erwiesen haben will.

Durch die blosse mikroskopische Beobachtung gelangte ich zu keinem sichern Resultate. Denn wenn man eine Capillare, an welche sich Balken mit dreieckigen oder kegelförmigen Verbreiterungen ansetzen, genau unter dem Mikroskope betrachtet, so scheint allerdings bei einer gewissen Einstellung des Instrumentes das Vorhandensein eines offenen Ueberganges aus dem Inneren des Gefässes in das Innere des Ansatzdreieckes unzweifelhaft; man sieht nämlich die Wand des Gefässes an der Ansatzstelle des Dreieckes fehlen (vgl. Fig. III). Verändert man nun aber die Höhe des Tubus, so findet man eine Art der Einstellung, bei welcher sich die Gefässwand von einem Winkel der Basis des Dreieckes zu dem anderen als dunkle Linie fortsetzt, welche das Dreieck an der Basis begrenzt; diese Linie scheint dann der optische Ausdruck einer Scheidewand zu sein, welche die Capillarhöhle von dem Inneren des Ansatzdreieckes trennt. Aber freilich ist damit eine wirkliche Trennung nicht bewiesen. Man kann sich vielmehr das mikroskopische Bild auch auf die Weise erklären, dass man annimmt, der Kegel setze sich mit offener Mündung an die obere (dem Beobachter zugekehrte) oder untere (dem Beobachter abgekehrte) Wand des Gefässes an, sei aber durch das Deckplättchen aus dieser natürlichen Stellung entfernt und seitlich umgelagert. Dann wird nothwendig bei einer gewissen Mikroskopstellung eine offene Communication vorhanden, bei anderen eine solche dadurch abgeschnitten zu sein scheinen, dass die Seitenwand des Gefässes, welche sich über oder unter dem seitlich umgelagerten Ansatzkegel befindet, sich als dunkle Linie durch das Dreieck fortsetzt und dasselbe nach der Seite des Gefässes hin abzuschliessen scheint.

Diese Unsicherheit der Deutung der mikroskopischen Bilder liess mich zu keiner festen Ansicht kommen, so lange ich, was in der ersten Zeit meiner Untersuchung der Fall war, nicht injicirte Präparate untersuchte. Um mit Sicherheit zu ermitteln, ob die Balken des Balkenwerkes hohl seien und mit den Capillargefässen communicirten, wandte ich Injectionen der verschiedensten Art an. Dass in keinem Falle,

selbst wenn die Balken hohl waren, eine Anfüllung derselben durch Unterbindung der Pfortader erzielt werden konnte, lag auf der Hand; denn der Durchmesser derselben war viel geringer als der der Blutkörperchen. Bei Injectionen mit blauer Leimlösung sah ich in der grössten Zahl von Fällen, dass in der That die Ansatzkegel der Balken nicht in Communication mit den Blutgefässen standen; denn während die letzteren auf das Schönste gefüllt wurden, drang in jene Kegel keine Injectionsmasse ein, und der helle Innenraum der letzteren setzte sich scharf gegen das blaue Gefässlumen ab. Unter den sehr vielen Schnitten, die ich untersuchte, habe ich aber zwei Fälle gefunden, wo es zweifellos war, dass sich ein blau injicirter Gefässast geradezu in feine Canälchen von der Breite der Balken des Balkennetzes auflöste. Ich besitze diese Präparate noch und bedauere nur, dass sich in dem Glycerin, in welchem sie aufbewahrt sind, der blaue Farbstoff fast ganz gelöst hat, so dass die Injection nicht mehr deutlich erkennbar ist. Eine genaue Abbildung derselben ist in Fig. IV und V bei 300facher Vergrösserung gegeben. Dies sind aber auch die beiden einzigen Fälle, in welchen eine Communication der Blutgefässe mit den Balken ausser allem Zweifel war. Ebenso sicher war in der Mehrzahl der Fälle eine solche Verbindung der Lumina nicht vorhanden. Sie hätte mir bei den verschiedenen Methoden der Untersuchung, die ich anwandte, kaum entgehen können. Ich will von diesen Methoden nur noch zwei erwähnen. Einmal versuchte ich nach v. Wittich's Vorgang eine Injection des Balkennetzes durch Imbibition mit einer Lösung von reducirtem Indigo. Es diffundirte aber die Lösung durch den ganzen Inhalt der Follikel, so dass sich nach erfolgter Oxydation des Farbstoffes aus der Färbung der Balken nichts schliessen liess. Zweitens stellte ich mit mehreren Thieren folgenden Versuch an. Ich verrieb in Milch Carminpulver sehr fein, so dass dasselbe in allerfeinste Körnchen von geringerem Durchmesser, als der der Elemente des Balkennetzes war, vertheilt wurde. Sodann spritzte ich die rothe Milch lebenden Kaninchen in die vena jugularis ein. Bei

drei Kaninchen fand ich zahlreiche Carminkörnchen in den Mesenterialvenen wieder. Sie mussten mithin die Darmcapillaren durchsetzt haben. Es gelang mir aber niemals, mit erforderlicher Sicherheit Carminkörnchen in den Elementen des Balkenwerkes der Peyer'schen Follikel zu finden, obschon sie in den intrafolliculären Capillaren in ziemlicher Menge vorhanden waren. Ständen letztere regelmässig in offener Communication mit den Balken, so würden sich gewiss öfters Carminkörnchen in die letzteren verirrt haben. Sollte Jemand diese Versuche wiederholen wollen, so bemerke ich, dass die Drüsen nicht in Chromsäure erhärtet werden dürfen, weil die Chromsäure den rothen Farbstoff entfärbt, sondern in Sublimat. Nach diesen Erfahrungen scheint es mir zweifellos, dass in der Mehrzahl der Fälle sich die Bälkchen des Balkenwerkes nur äusserlich an die Blutgefässe anlegen, ohne in eine nähere Beziehung zu denselben zu treten, dass aber in der That in seltenen Fällen ein directer Uebergang des Lumens der Blutgefässe in die Bälkchen, die dann natürlich hohl sein müssen, stattfindet. Die Apposition der dreieckigen oder conischen Enden der Bälkchen an die Capillaren erinnert lebhaft an ein ähnliches Verhältniss in dem Schwanze der Batrachierlarven, wo sternförmige Bindegewebszellen ihre Ausläufer an die Capillaren anlegen, um später mit diesen in offene Verbindung zu treten und sich allmälig zu neuen Capillaren umzugestalten. Vielleicht dass in den Peyer'schen Drüsen eine ähnliche Gefässneubildung stattfindet, deren Anlage in dem beschriebenen Verhalten der Elemente des Balkennetzes zu den fertigen Gefässen gegeben ist.

Vergleich der Structur der Follikel der Peyer-schen Drüsen mit der Structur der Alveolen in der Rindensubstanz der Lymphdrüsen.

Ich kann diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne etwas ausführlicher zwei Arbeiten zu berühren, die mir zeitig genug im Verlaufe meiner Untersuchungen in die Hand kamen, um bei meinen Beobachtungen noch berücksichtigt werden

zu können. Beide beziehen sich auf die intimere Structur der Lymphdrüsen, mit welchen die Peyer'schen Drüsen ja schon so oft zusammengestellt wurden.

Billroth (Beiträge zur pathologischen Histologie, Berlin 1858, S. 142 ff.) verfolgte in seinen vortrefflichen pathologisch-anatomischen Untersuchungen die Veränderungen, welche er in den Alveolen der Rindensubstanz der Lymphdrüsen bei der acuten und subacuten Entzündung derselben vorfand. In diesen Alveolen ist seit lange ein das Innere derselben durchsetzendes bindegewebiges Balkennetz bekannt. Billroth sah nun bei den entzündeten Lymphdrüsen in den feinen Fasern des Balkennetzes einzelne verdickte und knotig angeschwollene Stellen, besonders in den Knotenpunkten selbst und ihrer unmittelbaren Nähe. Diese anfangs leichten Anschwellungen werden immer stärker und bald unterscheidet man einen mehr oder weniger deutlich abgegrenzten runden Körper, der ausser einem hellen, fein granulirten Inhalte einige dunkle Körnchen enthält. Diese rundlichen Körper sind sehr leicht, nicht allein durch den genannten Inhalt, sondern auch durch die Verschiedenheit ihrer Grösse, von den deutlich als solche ausgesprochenen Kernen mit hellem klarem Inhalte und einem scharf contourirten Kernkörperchen zu unterscheiden, wie sie normaler Weise in den Knotenpunkten des Netzwerkes liegen. Ausser diesen central in den feinen Fasern sich anscheinend entwickelnden Körperchen sieht man andere, die sich etwas mehr seitlich hervorbilden und so mehr den spindelförmigen Zellen in der Milz entsprechen. Billroth glaubt nun, dass es sich hier um eine Zellenbildung durch Sprossung handle. Der in den verdickten Zellenausläufern enthaltene Körper wird aus seinem Lager entfernt mit Zurücklassung des letzteren als eine Masche. Ist der Kern frei geworden, so bildet er um sich eine geringe Menge von Zellsubstanz und es ist damit die Form des Lymphkörperchens gegeben. Billroth hält es für möglich, dass die beschriebene Zellenentwicklung auch für die normale Entstehung von Lymphkörperchen in allen zum

Lymphgefässsystem gehörigen Drüsen in Anspruch zu nehmen sei. —

Die von Billroth beschriebenen Körperchen, welche innerhalb der Balken liegen, entsprechen offenbar den Gebilden, die ich als runde Kerne in den Fasern des Balkennetzes der Peyer'schen Drüsen beschrieben habe und von den grösseren ovalen Kernen unterschied. Es würde sich fragen, ob dieselben etwa in der von Billroth angenommenen Weise zur Bildung von Chyluskörperchen dienen. Ich habe dafür vorläufig gar keine Beweise finden können. Die Möglichkeit eines solchen Verhaltens muss aber im Auge behalten werden; sie wird vielleicht dadurch unterstützt, dass, wie ich schon oben erwähnte, die Zahl jener Körperchen zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden gefunden wird, so dass sie in den Bälkchen zu entstehen und wieder zu verschwinden scheinen.

Die zweite Arbeit, welche unsere Berücksichtigung verdient, ist die unter Virchow's Auspicien geschriebene Dissertation von G. Eckard: De glandularum lymphaticarum structura. Berolini 1858. Eckard beschreibt zunächst das in den Lymphdrüsen befindliche Balkennetz abweichend von Kölliker, welcher in demselben sternförmige, durch ihre Ausläufer communicirende Zellen als constituirende Elemente wahrgenommen hatte. Solche Zellen fand Eckard nur in Lymphdrüsen des Fötus, nicht in denen des Erwachsenen, bei welchen das Balkennetz durch überall gleich breite, nirgends mit kernhaltigen Anschwellungen versehene Balken gebildet werden soll. Aus meinen obigen Beschreibungen ergiebt sich, dass das Balkennetz der Peyer'schen Follikel von Thieren in seiner Structur nicht den Angaben Eckard's, sondern denen Köllikers betreffs der Lymphdrüsenalveolen entspricht.

Viel wichtiger als dieser Punct ist ein zweiter, welcher das Hauptergebniss der Eckard'schen Untersuchung bildet. Eckard glaubt sich überzeugt zu haben, dass das Balkennetz der Lymphdrüsen-Alveolen folgende Rolle spielte: „Systema est canalium, cujus lumen cum lumine capillarium

systematis sanguiferi directum commercium alit, i. e. plexus vasorum serosorum, qui humorem nutritium inter cellulas lymphaticas arctissime constipatas, quarum mirus numerus glandulam implet, deducit, quo fit, ut inter eas atque sanguinem tam alacris materiarum vicissitudo efficiatur, quam summa glandularum actio plastica statui jubet."

Bei der offenkundigen Uebereinstimmung der Lymphdrüsenalveolen und der Peyer'schen Follikel, bei der immer mehr und mehr in der Physiologie sich einbürgernden Ueberzeugung, dass die Peyer'schen Drüsen die Bedeutung von Lymphdrüsen haben, würde es überraschen, wenn es sich fände, dass in den Alveolen der Lymphdrüsen ganz allgemein die Bälkchen des Balkennetzes Hohlcanäle darstellten, die in offener Communication mit den Blutgefässen ständen, während in den Peyer'schen Follikeln, wie ich entschieden behaupten muss, im Normalzustand die Mehrzahl der Balken sich nur äusserlich an die Gefässe anlegt, ohne in Lumen-Zusammenhang mit denselben zu treten, und nur in sehr seltenen Fällen ein Uebergang von Capillarästen in jene Bälkchen stattfindet. Hier erhebt sich, wie es scheint, ein Widerspruch, den erst spätere Untersuchungen aufklären müssen. Nach meinen Untersuchungen an den Peyer'schen Follikeln vermuthe ich, dass Eckard aus seinen Beobachtungen zu schnell die angeführten Schlüsse gezogen hat. Darauf führt mich eine genauere Kritik der Beobachtungen Eckards. Es sind vorzüglich drei Fälle, auf welche Eckard seine oben ausführlich mitgetheilte Ansicht stützt. Die Abbildung No. I. von Eckard zeigt allerdings bei a einen directen Uebergang einer Capillare in die Bälkchen des Balkennetzes, ein Fall, der ganz meiner Fig. IV. entspricht. Wenn aber Eckard bei b den Ansatz eines Bälkchens an ein Capillargefäss abbildet, so ist damit keineswegs ein Lumen-Zusammenhang sicher nachgewiesen, wie meine Auseinandersetzungen über die ähnlichen Verhältnisse in den Peyer'schen Follikeln darthun (vgl. meine Fig. III.). Es wäre somit ein wirklicher Zusammenhang der in Rede stehenden Elemente nur durch Fig. I. a nachgewiesen. Die übrigen Fälle, auf welche

Eckard sich stützt, sind pathologische. So sah er in einer Lymphdrüse (von einem Menschen, der an chronischer Tuberculose gestorben war), welche sich lange im Zustande der Stasis befunden hatte, fast auf jedem Schnitte Capillaräste sich in die Bälkchen des Balkennetzes auflösen. Er bildet mehrere Beispiele einer solchen Auflösung in Fig. III. ab. Der zweite Fall einer offenbaren allgemeinen Permeabilität des Balkennetzes betrifft eine Mesenterialdrüse eines Menschen, der an chronischem Dickdarmkatarrh gelitten hatte. Es zeigte sich hier in den Bälkchen ein krümlicher Inhalt, ähnlich feinen Fettkörnchen des Chylus, welcher sich bei künstlicher Zerreissung der Bälkchen entleeren liess. Ob nun aus diesen pathologischen Beobachtungen ein Rückschluss auf das physiologische Verhalten zu machen und damit eine wichtige Texturverschiedenheit zwischen den Alveolen der Lymphdrüsen und den Peyer'schen Follikeln zu statuiren sei, lasse ich dahingestellt. Mir scheint es am wahrscheinlichsten, dass die Bälkchen in beiden Drüsenarten sich gleich verhalten werden, dass im Normalzustande in beiden dieselben der Regel nach ausser Lumen-Zusammenhang mit den Blutgefässen stehen, aber leicht mit denselben in Verbindung treten, um zur Gefässneubildung zu dienen. Daher die vereinzelten Fälle, in welchen ich in den Peyer'schen Follikeln einen Uebergang der Capillaren in die Bälkchen nachweisen konnte und daher, wie es scheint, das häufige oder unter Umständen selbst ganz allgemeine Auftreten dieses Zusammenhanges in pathologisch erkrankten Lymphdrüsen. Zur Prüfung dieser Ansicht, die ich durchaus nicht als richtig, sondern nur als wahrscheinlich aufgestellt haben will, müssten zahlreichere Untersuchungen einerseits an normalen Lymphdrüsen, andererseits an erkrankten Peyer'schen Follikeln vorgenommen werden.[1])

---

1) Vorliegende Arbeit war bereits fertig, als im 8. Bande des Archivs für physiologische Heilkunde ein Aufsatz von Führer „über einige Auswege des Blutumlaufes" erschien, welcher die sehr wunderbare Behauptung aufstellt, dass es für Blut- und Lymphgefässe einen gemeinsamen Capillarbezirk (plasmatische Gefässe) gebe, der eine di-

Anhang: Ueber die Einwürfe Kölliker's gegen meine die Structur der Darmschleimhaut betreffenden Angaben.

Meine oben am Eingange dieser Arbeit erwähnten Ansichten über die Structur des Darmepithels und die Fettabsorption sind neuerdings von Kölliker bezweifelt worden (s. dessen Gewebelehre, 3. Aufl. 42 ff.). Bei der grossen Autorität, welche Kölliker als Mikroskopiker in der Wissenschaft geniesst, musste mich dessen Widerspruch zu erneuter Untersuchung der von ihm bestrittenen Puncte auffordern. Dadurch bin ich aber in meinen früheren Ansichten nur bestärkt worden, und sehe mich genöthigt, dieselben Kölliker gegenüber auf das Entschiedenste zu vertheidigen. Zur Erleichterung dieser Discussion ist es

---

recte Communication beider Gefässprovinzen herstelle. Die etwaigen Anhänger der neuen, sehr schwach begründeten Lehre Führer's dürften in den von mir beschriebenen Bälkchen der Peyer'schen Drüsen-Elemente jenes System „plasmatischer Gefässe" sehen. Mit um so grösserem Nachdrucke muss ich betonen, dass im normalen Zustande ein Lumen-Zusammenhang zwischen den Bälkchen und den Capillaren durchaus nicht als Regel nachgewiesen werden kann. Seit dem Beginne des Sommer-Semesters habe ich meinen Assistenten, Herrn Dr. Schweigger-Seidel veranlasst, in Verbindung mit Herrn stud. med. Rohowsky eine neue Zahl von Versuchen mit Einspritzung von Milch in welcher Carmin auf's Feinste verrieben wurde, in die Jugularvene lebender Thiere anzustellen. Wir haben bis jetzt niemals Carminkörnchen in die Bälkchen der Peyer'schen Follikel übergehen sehen, obgleich der Farbestoff durch alle Capillarbezirke des Körpers verbreitet war. Die weiteren Resultate dieser Versuche, die zugleich zur Controlle der von Führer für sich benutzten bekannten Herbst'schen Experimente dienen, werden später ausführlich mitgetheilt werden. Vorläufig sei nur bemerkt, dass in den wenigen Fällen, in denen bisher die in die Vene eingespritzten Substanzen in den Lymphgefässen und im Ductus thoracicus wiedergefunden wurden, capilläre Extravasate in verschiedenen Organen, z. B. in den Muskeln, in den Lymphdrüsen vorhanden waren, die dann freilich den Uebergang des körnigen Carmins aus dem Blut in die Lymphe sehr erklärlich machen, ohne dass man nöthig hat, mit Führer eine normale directe Communication der Capillarbezirke beider Gefässprovinzen anzunehmen.

zweckmässig, die von mir früherhin behaupteten Thatsachen und die aus ihnen abgeleiteten Schlüsse noch einmal zusammen zu stellen.

Ich habe als Thatsachen aufgestellt:

1) Dass die Epithelialzellen des Darmcanals beim Frosche und bei Säugethieren an ihrem hinteren Ende in dünne Ausläufer übergehen.

2) Dass nicht selten an diesen Ausläufern kernhaltige Anschwellungen gesehen werden, welche ihrerseits wiederum Fortsätze entsenden.

3) Dass nach Fettfütterung das Fett aus den Epithelialzellen in die Fortsätze und die an ihnen befindlichen kernhaltigen Anschwellungen (Zellen) übergeht.

Hieraus habe ich gefolgert, dass die Ausläufer hohl sind, dass also das Fett bei seinem Vordringen aus den Epithelialzellen in das Schleimhautparenchym am hinteren Ende jener Zellen nicht eine geschlossene Zellmembran zu durchsetzen habe, sondern daselbst offene präformirte Wege finde.

4) Dass in dem Parenchym der Schleimhaut des Frosches und der Zotten der Säugethiere eine grosse Menge dicht an einander gelegner, durch Fortsätze unter einander zusammenhängender Zellen befindlich sei, welche bis dicht unter das Epithel reichen, — eine Thatsache, die Kölliker zugeben zu wollen scheint.

5) Dass nach Fettfütterung diese Zellen mit Fett angefüllt seien.

Hieraus habe ich geschlossen 1) dass die Epithelialzellen durch ihre Fortsätze, welche nicht selten mit Zellen (kernhaltigen Anschwellungen) in Verbindung gesehen werden, in Communication mit jenem anastomosirenden Zellennetze stehen; 2) dass dieses letztere als der Anfang der Chylusgefässe anzusehen sei.

Dabei habe ich zu bemerken nicht unterlassen, dass es mir bisher nicht geglückt sei, den directen Uebergang der Parenchymzellen und ihrer Fortsätze in wirkliche Chylusgefässe zu finden.

Kölliker wendet sich nun theils gegen die von mir ge-

fundenen Thatsachen, theils gegen die aus ihnen gezogenen Schlüsse. Ich werde seine Einwände einzeln beleuchten:

Kölliker erklärt die von mir beschriebenen Ausläufer der Epithelialzellen für Artefacte. Dafür hatte er mehrere Gründe:

a. Ein negativer Grund ist der, dass Kölliker in „unschädlichen Lösungen, d. h. solchen, welche die Epithelialzellen weder schrumpfen noch aufquellen machen, die Ausläufer nicht finden konnte". Meiner Ueberzeugung nach liegt dies einzig und allein daran, dass Kölliker sich nicht Zeit genug nahm, nach den Ausläufern zu suchen. Dass die Epithelialzellen eines frischen Darmes bei Säugethieren sich nicht isoliren lassen, wissen die Histologen längst. Beim Frosche aber gelingt eine solche Isolation, und wenn man mit ausreichender Geduld Schleimhautstückchen des Froschdarmes in humor aqueus oder Eiweiss durch Zerzupfen untersucht, so wird man an einzelnen Zellen immer die Ausläufer finden. Ich habe in meiner ersten Abhandlung nicht angeführt, dass ich die hellen Stunden von 14 Wintertagen daran gesetzt habe, um mir die Gewissheit zu verschaffen, dass auch in jenen „unschädlichen" Flüssigkeiten die Ausläufer zu sehen sind; hätte ich dies angeführt, so hätte Kölliker meiner Angabe vielleicht mehr Zutrauen geschenkt. Hierzu lag, wie es mir scheint, die Aufforderung schon darin, dass in Fig. II. meiner Abhandlung von einem unparteiischen Zeugen, Dr. Rich. Volkmann, Zellen mit Ausläufern nach Präparaten, die in Eiweiss und humor aqueus gewonnen worden waren, abgebildet worden sind. Kölliker kann unmöglich angenommen haben, dass hier Dinge gezeichnet seien, die nicht gesehen worden sind, und wenn diese meine Voraussetzung zweifelsohne richtig ist, so weiss ich überhaupt nicht, wie Kölliker den in Rede stehenden Einwurf aufstellen konnte. Freilich gebe ich ihm Recht, dass es in unschädlichen Flüssigkeiten nicht bloss, wie er sich ausdrückt, gelingt, die Zellen anders zu sehen, als sie abgebildet sind, sondern dass man sogar die überwiegende Mehrzahl der Zellen anders, d. h. ohne Ausläufer sieht. Das

liegt aber daran, dass die Ausläufer ausserordentlich leicht abreissen, wenn die Epithelialzellen nicht durch erhärtende Flüssigkeiten einen grösseren Grad von Resistenz bekommen haben.

b. Kölliker deutet an, dass nur nach Behandlung der Darmschleimhaut mit solchen Flüssigkeiten, welche die Epithelialzellen aufquellen oder schrumpfen machen, Anhänge an diesen auftreten, dass die letzteren also als Artefacte anzusehen seien.[1]) Wie soll aber eine Zelle, welche aufquillt, d. h. deren flüssiger Inhalt sich vermehrt, an einem Theile dünner werden? Das ist physikalisch nicht recht verständlich. Denn wenn im Inneren eines Hohlcylinders oder Hohlkegels, wie Kölliker die Epithelialzellen abbildet, eine Druckvermehrung stattfindet, so muss nothwendig eine derartige Formänderung eintreten, dass der Cylinder oder der Kegel sich der Kugelform anzunähern strebe; dass, wenn ein Theil der Zelle kugelförmig wird, ein anderer Theil fadenförmige Gestalt annehmen soll, ist physikalisch nicht haltbar. Kölliker bildet ja auch auf Seite 422, Fig. 226 D. durch Wasser aufgequollene Epithelialzellen ab, welche vollkommen kugelförmig sind. Wenn es sich trotzdem nachweisen lässt, dass Epithelialzellen, die in gewissen Flüssigkeiten stark aufgequollen sind, an ihrem hinteren Ende lange Ausläufer zeigen, so können diese letzteren unmöglich auf Rechnung der Präparation gesetzt werden. In der That kann man an Epithelialzellen von Säugethierdärmen, z. B. von Hundedärmen, wenn man dieselben in Chromsäurelösungen von einer gewissen Concentration erhärtet, beobachten, dass die Zellkörper bis annähernd zur Kugelform aufquellen, während gleichwohl an ihrem hinteren Ende dünne Ausläufer von fast derselben Länge wie die Zellkörper vorhanden

1) Beiläufig sei bemerkt, dass mich neuere Versuche als die passendste Flüssigkeit zur Untersuchung der Epithelialzellen des Frosches eine Lösung von Kali bichromicum kennen gelehrt haben, die nicht, wie ich früher angab, kalt gesättigt ist, sondern so bereitet wurde, dass ich 100 Ccm. einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali, die 20 Gr. auf die Unze enthielt, auf 183 Ccm. mit Wasser verdünnte.

sind. Vgl. Fig. VII. Die Chromsäurelösung hat hier den doppelten Einfluss, eine Volumzunahme des Zelleninhaltes durch Diffusion und dadurch ein Aufquellen des Zellkörpers zu bewirken und gleichzeitig die Zellen so resistent zu machen, dass die Ausläufer nicht abreissen.

c. Kölliker giebt ferner an, die von mir beschriebenen Ausläufer seien nicht cylindrische Anhangscanäle der Zellen, sondern man überzeuge sich durch Rollen der Zellen, dass die „meisten" Zellen am inneren Ende abgeplattet sind, und nur dann fadenförmig und gestielt erscheinen, wenn sie dem Beobachter die Kante zukehren. Die fadenförmige Form sei auch schon aus dem Grunde nicht wohl möglich, weil dann in den tieferen Lagen der Epithelialschicht viele leere Räume sich finden müssten, von denen die Beobachtung Nichts ergebe. Ich habe bei meiner ersten Veröffentlichung in Moleschott's Untersuchungen die Form der Epithelialzellen nach ausserordentlich zahlreichen Fällen, die ich vor mir gehabt, beschrieben und war daher nicht wenig frappirt, bei Kölliker zu lesen, dass ich mich über die Natur der Ausläufer so getäuscht haben sollte. Ich habe neuerdings mit Rücksicht auf diesen Punkt die früheren Untersuchungen revidirt und bin zu keinem anderen Ergebnisse gekommen, als dem ersten, dass da, wo man wirklich Zellen mit langen Ausläufern hat, dieselben nahezu cylindrisch sind und nicht etwa nur abgeplattete und von der Kante gesehene Zellenenden die Form cylindrischer Ausläufer vorspiegeln. Ja, es trifft sogar, wie mich neuere Untersuchungen lehren, die Folgerung zu, welche Kölliker aus einer cylindrischen Form der Zellenausläufer als nothwendig ableitet, die Folgerung nämlich, dass in den tieferen Lagen der Epithelialschicht sich Zwischenräume zwischen den Ausläufern finden. Diese sind freilich nicht leer, sondern ausgefüllt durch die Zellen des subepithelialen Gewebes, die sich von innen her zwischen die dünnen Ausläufer der Epithelialzellen hineindrängen. Bei Froschdärmen, die in Kali bichromicum erhärtet sind, gelingt es oft, die Epithelialzellen reihenweise abzustreifen; man sieht dann zwischen den hinteren Enden der Ausläufer

nicht selten Lücken. Diese entstehen dadurch, dass die Zellen des subepithelialen Gewebes, welche in den Lücken gelegen sind, bei der Präparation von ihrem Orte weichen. Auf gelungenen Durchschnitten von Darmzotten des Hundes sieht man ferner aus der Epithelialschicht die Ausläufer kommen und sich nach den tieferen Theilen der Zotte begeben, während zwischen ihnen Lücken bleiben, die zum Theil durch eine helle homogene Substanz, zum Theil durch Zellen des subepithelialen Gewebes ausgefüllt sind. Man kann bei einer unglücklichen Richtung des Schnittes freilich zu einer ganz anderen Ansicht kommen. Oft fällt der Schnitt nicht parallel der Richtung der Ausläufer, sondern trifft dieselben nahe den Zellkörpern und trennt sie von diesen; dann gewinnt es den Anschein, als seien die letzteren hinten scharf begrenzt und als sässen sie mit breiter Basis auf der Zotte auf.

Bei glücklicher Richtung des Schnittes wird dieser täuschende Anschein vermieden. Man vergl. mit dieser Beschreibung Fig. VIII.

Nach allem Mitgetheilten kann ich die Einwürfe Kölliker's gegen meine frühere Ansicht nicht gelten lassen. Ich halte um so mehr an derselben fest, als mir von anderer Seite bestätigende Beobachtungen zugekommen sind. Virchow theilte mir mündlich mit, dass er in menschlichen Darmzotten, welche sich im Zustande der Resorption befanden, das Fett in den zelligen Elementen des Zottenparenchyms gesehen habe. Lambl ferner (Prager Vierteljahrsschrift 1859 Bd. I.: Ueber mikroskopische Untersuchung der Darmexcrete) äussert sich in Bezug auf mehrere Punkte in wesentlicher Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen. Er beschreibt das subepitheliale Gewebe als bestehend aus einer hyalinen Grundsubstanz, worin feine Streifen (Röhrchen), glänzende polymorphe Körperchen (embryonale Kerne) und einfache kernhaltige Bläschen (Formationszellen) zur Beobachtung kommen. Die letzteren Formelemente würden theils bei ihrer weiteren Entwickelung zu den Cylinder-Epi-

thelien, theils zu Parenchymzellen und Bindegewebskörperchen, zu bleibenden und productiven Elementartheilen des Stützgewebes, welches in unmittelbarer Communication mit den mikroskopischen Resorptionsorganen die Fortleitung der Flüssigkeiten nach dem Centrum hin ermöglicht. In einer Anmerkung fügt Lambl hinzu, er habe in Cystosarkomen die instructivsten Belege für die unmittelbare (Röhren-) Communication der Cylinderepithelien mit den Bindegewebskörperchen gefunden. In seiner Fig. 8 c. bildet Lambl ferner Epithelialzellen des Darmes, mit Fett gefüllt, ab, die am hinteren Ende (hier freilich ziemlich kurz abgerissene) Ausläufer tragen. Wie die beiden angeführten Beobachter wesentliche Punkte meiner früheren Angaben bestätigen, so wird, hoffe ich, auch Kölliker später zu einer Uebereinstimmung mit mir gelangen, wenn er den angeregten Fragen seine Aufmerksamkeit von Neuem und in grösserem Maasse, als bisher, zuwendet.

Erklärung der Tab. XIII.

Fig. I.—V. verdanke ich Herrn Prof. Volkmann in Halle, Fig. VI. und VII. Herrn Dr. Schweigger-Seidel.

Fig. I. Längsdurchschnitt durch einen Follikel des Processus vermiformis vom Kaninchen. Gefässe durch Pfortader-Unterbindung mit Blut gefüllt. Zwischen dem detaillirt gezeichneten Follikel a und dem nur in seinen Contouren angegebenen Follikel b ist ein zottenförmiger Körper zu sehen, der jedoch in seinem Baue von den Dünndarmzotten wesentlich abweicht. Chromsäurepräparat.

Fig. II. Das Balkennetz im Inneren des Follikels. Vgl. S. 464.

Fig. III. Eigenthümlicher Zusammenhang zwischen den Elementen des Balkennetzes und den Capillaren. S. S. 466.

Fig. IV. und V. Zwei Fälle, in denen sich ein Gefässästchen in die Elemente des Balkennetzes auflöst. S. S. 468.

Fig. VI. Theil eines Zottenquerschnittes. S. S. 479.

Fig. VII. Stark aufgequollene Epithelialzellen des Dünndarmes, mit langen Fortsätzen versehen. S. S. 478.

Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches.

Von

Dr. Hoyer.

(Hierzu Taf. XIV.)

Die von Eckhard [1]) und A. Ecker [2]) vor vier Jahren angeregte Idee eines Zusammenhanges der letzten Endigungen der Olfactoriusfasern mit den Epithelialzellen der Nasenschleimhaut hat zu den folgenreichsten Untersuchungen Anlass gegeben. Die wichtigste Arbeit in dieser Hinsicht ist die von Max Schultze [3]), der mit der grössten Sorgfalt untersucht und in seiner mit ausgezeichneter Klarheit abgefassten Abhandlung den Zusammenhang der Olfactoriusfasern mit zwischen den gewöhnlichen Epithelialzellen befindlichen besonderen nervösen Bildungen — den sogenannten Riechzellen — nachzuweisen gesucht hat. Auf die weiteren denselben Gegenstand betreffenden, theils bestätigenden, theils widerlegenden Abhandlungen einzugehen, ist hier nicht der Ort. Dagegen ist zu erwähnen, dass die Beobachtungen von Max Schultze den Anstoss gegeben haben zur näheren

1) C. Eckhard. Beiträge zur Anatomie und Physiologie. I. Heft. Giessen 1855.

2) A. Ecker. „Ueber das Epithelium der Riechschleimhaut und die wahrscheinliche Endigung des Geruchsnerven beim Menschen." In den Berichten über die Verhandlungen der Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften zu Freiburg i. B. Novbr. 1855. „Ueber die Geruchsschleimhaut des Menschen." In Kölliker's und v. Siebold's Zeitschrift. Band VIII. 2. Heft (1856).

3) Ueber die Endigungsweise der Geruchsnerven und die Epithelialgebilde der Nasenschleimhaut." Im Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, vom Novbr. 1856.

Erforschung anderer Organe, an denen sich ähnliche Verhältnisse vermuthen liessen, und dass in der That schon M. Schultze selbst analoge Erscheinungen in der Ausbreitung des N. acusticus aufgefunden zu haben glaubt.[1]) Ferner hat Billroth, von derselben Idee ausgehend, die Zunge des Frosches einer genaueren Untersuchung unterworfen und über die gefundenen Resultate zwei Abhandlungen veröffentlicht.[2]) Billroth's Arbeiten haben mich zu den nachfolgend zu beschreibenden Untersuchungen veranlasst.

Bezüglich der Literatur beschränke ich mich auf eine kurze Zusammenstellung der wesentlichsten neueren Beobachtungen, da nur diese allein für die Beleuchtung der zu behandelnden Fragen von Wichtigkeit sind; die Einzelnheiten werden bei der Besprechung der besonderen Verhältnisse Erwähnung finden. —

Billroth[3]) unterscheidet an der Schleimhaut der Froschzunge zwei Arten von Papillen, breite nervenhaltige und schmale nervenlose. Die breiten haben alle wesentlich gleiche Form, die schmalen zeigen verschiedene Modificationen der Grundform. Zwischen den dicht an einander gedrängten Papillen finden sich zahlreiche schlauchförmige mit Cylinderepithel ausgekleidete Drüsen. Das Substrat der Papillen ist Bindegewebe, bestehend aus Fasern und zwar aus Parenchym- und aus Cytoblastemfasern d. h. aus zerfaserter Grundsubstanz und in Fasern übergegangenen Bindegewebskörpern. Ausser diesen beiden Arten kommt noch eine dritte Art von Fasern im Bindegewebe des Substrates vor: die als kleinste Sehnen von Billroth angesprochenen Endigungen der in die Papillen hineintretenden Muskelfasern. Die letzteren

---

1) „Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth.“ Müller's Archiv 1858. S. 343.

2) Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern in der Zunge.“ Von Dr. Theodor Billroth in Göschen's „Deutscher Klinik“. 1857. No. 21. — Und: „Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, so wie über den Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe.“ Von Dr. Th. Billroth. Müller's Archiv, Jahrgang 1858. S. 159.

3) A. a. O.

steigen nämlich isolirt aus der Muskelschicht der Zunge zur Oberfläche der Schleimhaut empor, theilen sich auf dem Wege vielfach in feinere Aeste, verschmälern sich immer mehr und mehr und gehen theils schon in der Tiefe der Schleimhaut, theils erst an der Basis der nervenlosen Papillen allmälig sich zuspitzend in feine dunkle Fasern über, in denen länglich ovale sehr grosse Kerne liegen, die schon im letzten Theile der Muskelfaser sehr an Umfang zugenommen haben; in die nervenhaltigen Papillen steigen die Muskelfasern als solche weit hinauf, verhalten sich aber im Uebrigen wie die Muskelfasern bei den anderen Papillen. Die Kerne der Fasern haben seitliche Aeste, mittelst deren sie mit anderen derartigen Kernen (Zellen?) anastomosiren. Die Endigung der Nervenfasern hat Billroth, wie er meint, nicht beobachtet; er hat nur gefunden, dass sie in einem dünnen Stämmchen aufsteigen und dicht unter der Oberfläche der breiten Papillen ihre doppelten Contouren verlieren und sich zuspitzen; seiner Vermuthung nach hängen sie mit den zu beschreibenden, die breite Endfläche der Papillen bedeckenden Epithelialzellen vermittelst feinster Fasern zusammen; Endumbiegungsschlingen bilden sich nicht. Ausser an dieser erwähnten Stelle sind sowohl die breiten, als auch die schmalen Papillen mit einem geschichteten flimmernden Cylinderepithel bedeckt und zwar so, dass die obersten Zellen an ihrem breiten freien Ende Cilien tragen, mit ihrem schmalen Fortsatz in's Substrat der Schleimhaut hineindringen; die unteren Zellen reichen mit ihrem freien, schmälen, öfter abgestumpften Ende zwischen die oberen Zellen; mit ihrem feinen Fortsatz inseriren sie sich gleichfalls in's Substrat; im letzteren sollen sich die Fortsätze mit den „Cytoblastemfasern“ verbinden. Die der breiten Endfläche der nervenhaltigen Papillen aufsitzenden Zellen sind cilienlos, trennen sich schwer vom Substrat, haben an ihrem freien Ende eigenthümliche Bildungen und selbst Theilungen, ferner einen Kern und mehrfach getheilte Fortsätze, die unter einander innig verflochten sind und fest zusammenhängen. — Auf die von Billroth an Epithelien überhaupt gemachten vielfachen Be-

obachtungen werden wir bei der speciellen Besprechung dieses Gegenstandes näher eingehen.

Eine durch Billroth's erste Abhandlung hervorgerufene Arbeit ist die von Fixen.[1]) Derselbe hat fleissig und mit Umsicht untersucht und giebt ganz schätzenswerthe Beobtungen; auf die von Billroth angeregte Frage über den continuirlichen Zusammenhang von Muskelfasern, Bindegewebe und Epithelien geht er aber nicht ein. Auch in Bezug auf Fixens Abhandlung muss ich mich auf die Erwähnung der für die Entscheidung der Streitfragen wichtigen Punkte beschränken; auf die übrigen Beobachtungen werde ich späterhin zurückkommen. Fixen unterscheidet an der Froschzunge gleichfalls zwei Arten von Papillen: fungiformes d. s. die breiten nervenhaltigen, und filiformes oder die nervenlosen. Die breiten enthalten eine Gefässschlinge, die am oberen Ende einen 8förmigen Knäul bildet; die schmalen haben höchstens an der Basis eine einfache Schlinge. In die breiten tritt aus dem maschenreichen N. glossopharyngeus ein Stämmchen von 6—10 doppeltcontourirten Nervenfasern hinein und verläuft in der Mitte bis dicht unter die Endfläche der Papillen, wo die allmälig einfach contourirt gewordenen Fasern nach verschiedenen Seiten auseinanderweichen und innerhalb des Bindegewebssubstrates blind endigen, entweder kolbig angeschwollen oder gerade abgeschnitten oder ein wenig zugespitzt; ein Zusammenhang zwischen Epithel und Nerven existirt nicht! In die breiten wie in die schmalen Papillen treten Muskelfasern hinein, die sich vielfach theilen, zuspitzen und, in feinste Fasern übergehend, nach der Oberfläche sich verlieren; in den ersteren liegen sie mehr nach der Peripherie zu, in den letzteren dagegen gerade in der Mitte. — Dies Epithel zeigt überall Flimmerbewegung, mit Ausnahme der becherförmig vertieften Endfläche der Papillae fungiformes. Die Epithelialzellen dieser Stelle sollen sich von denen der übrigen Zungenoberfläche durchaus nicht un-

---

1) Carolus Fixen. De linguae raninae textura disquisitiones microscopicae. Diss. inaug. Dorpati Livonor. 1857.

terscheiden; ihre von Leydig[1]) beobachtete gelbliche Färbung erklärt er als durch den Widerschein von darunter liegenden Gefässknäueln bewirkt. Der Bau der Epithelialzellen ist überall wesentlich ein gleicher. Es werden zwei Formen derselben unterschieden, eine spindelförmige und eine cylindrische, beide mit feinen Fortsätzen versehen, mittelst deren sie am Substrat sich inseriren. Die Spindelzellen bilden die tiefere, die Cylinderzellen die oberflächliche cilientragende Schicht; an den kleinen Papillen soll auch ein einschichtiges Epithel vorkommen. Verfasser will mehrfach beobachtet haben, dass die Fortsätze der Spindelzellen mit dem freien Fortsatz der Cylinderzellen zusammenhingen. Viele Cylinderzellen hatten auch getheilte (zwei) Fortsätze. Die Muskeln liegen innerhalb der Papillen, rings umgeben von Bindegewebe, und es lässt sich durchaus kein Zusammenhang zwischen Muskelfasern und Epithelialzellen wahrnehmen. — Zwischen den Papillen senken sich zahlreiche, einfach schlauchförmige, mit (wahrscheinlich cilienlosen) Cylinderzellen ausgekleidete Drüsen in's Substrat; ihr Cylinderepithel geht continuirlich in das der Papillen über.

Leydig[2]) giebt an, dass die ganze Rachenschleimhaut der Batrachier mit geschichtetem Flimmerepithel versehen sei; nur die vertiefte Fläche der Papillae fungiformes der Zunge besitzt cilienlose, dunklere, mit feingranulirtem gelblichem Inhalt versehene Cylinderzellen. Die Epithelzellen der Rachenhöhlen bei Batrachiern scheiden sich in helle und in solche, welche mit eiweissartigen Kügelchen angefüllt sind.

Die Froschzunge hat eine der elliptischen sich annähernde Form; das eine Ende ist am vorderen Theil des Unterkiefers befestigt, das andere in zwei kurze stumpfe Fortsätze auslaufende Ende ragt frei in die Rachenhöhle hinein. Die untere Fläche ist nur an ihrer hinteren Hälfte frei und erscheint mit einer glatten Haut bekleidet; nach vorn zu steht sie mit den

1) Lehrbuch der Histologie. Frankfurt 1857.

1) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. S. 307.

Weichtheilen des Mundes im Zusammenhange, es treten dort die Muskeln, Nerven und Gefässe in die Zunge hinein. Die obere Fläche erscheint dem blossen Auge sammetartig, mit zahlreichen regelmässig vertheilten weisslichen Punkten versehen, die unter der Loupe als kleine Wärzchen sich darstellen und nach Behandlung mit Chromsäure über die Umgebung ein wenig hervorragen. Ueber das gröbere anatomische Verhalten der Muskeln, Nerven und Gefässe habe ich keine genaueren Untersuchungen angestellt; ich verweise in dieser Beziehung auf die Abhandlungen von Burdach[1]) und Fixen.[1]) Auf Querschnitten durch die ganze Zunge fand ich an den meisten zwei Schichten von Muskelfasern; die stärkere dickere untere Schicht verläuft von vorn nach hinten in der Längsaxe der Zunge, die obere dünnere Schicht besteht aus querlaufenden Fasern; aus beiden Schichten, aus der unteren jedoch spärlicher, steigen zahlreiche Fasern gegen die obere Zungenfläche senkrecht auf. An einigen Stellen der Zunge findet sich noch eine dritte unterste Muskelschicht, deren sparsame Fasern gleich den oberen quer verlaufen. Ferner beobachtete ich auf Quer- und Längsschnitten, dass zwei Hauptnervenstämme von ziemlicher Dicke nahe der Mittellinie der Zunge unterhalb der Längsmuskelfaserschicht parallel neben einander von vorn nach hinten verlaufen, durch Abgabe zahlreicher Seitenzweige allmälig dünner werdend. Neben den Querschnitten der beiden grossen Stämme finden sich stets mehrere Querschnitte dünnerer Nerven, vielleicht der N. N. hypoglossi von Burdach.[1]) Aeste der Nervenstämme sieht man durch die Muskelschicht hindurchtreten und oberhalb derselben ein ziemlich engmaschiges Geflecht bilden, von dem aus ziemlich senkrecht zahlreiche kleinste Aestchen zu den breiten Papillen emporsteigen. Auch die Gefässverzweigungen formiren in der Zunge ein

1) Dr. Ernst Burdach. Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven. Königsberg 1837. S. 61.

2) De linguae raninae textura etc. S. 8

3) A. a. O.

ziemlich dichtes Netz und schicken zahlreiche grössere und kleinere Capillarschlingen zur Oberfläche empor.

Von einer besonderen Schleimhaut der Zunge kann man eigentlich nicht sprechen, denn die bindegewebige Grundlage derselben bildet ein continuirliches Ganzes, die Muskelbündel verlaufen gewissermassen nur in den Maschenräumen des Substrats, in ähnlicher Weise wie die Gefässe und Nerven; ein gleiches Verhalten findet sich an der Zunge der Säugethiere, weshalb daselbst die Trennung der Haut von den Muskeln sehr schwierig ist. An der oberen Fläche der Zunge ist die Schicht des Bindegewebes über den Muskeln ziemlich dick, sie dient dort den Drüsen zum Substrat und geht auch in das Substrat der zu beschreibenden Papillen über; an der unteren freien Fläche ist sie dünn, weil dort keine Drüsen und Papillen vorkommen. — Eine frische kleine Zunge hat eine Länge von etwa 8 par. Lin. und eine Breite von 5 par. Lin. Die Dicke der Schicht der Drüsen und Papillen in der Mitte der Zunge beträgt an Querschnitten von in Chromsäurelösung erhärteten Präparaten etwa 0,27 par. Lin., während die Stärke des Bindegewebsstroma's an der unteren Zungenfläche zwischen 0,01 und 0,02 par. Lin. schwankt.

An der oberen Seite der Zunge nimmt man schon mit einer mässigen Vergrösserung zweierlei Papillenformen wahr: die breiten fungiformes, die auch schon dem blossen Auge als weissliche Pünktchen sich markiren, und die schmalen, filiformes. Letztere bedecken dichtgedrängt die ganze obere Zungenfläche, eine dicht neben der anderen; sie erscheinen bald mehr zugespitzt, conisch, bald cylindrisch, bald kolbenförmig; ihre Dicke ist verschieden, 0,04—0,07 par. Lin., ihre Länge gleich, dieselbe lässt sich aber schwer messen, weil an Faltenschnitten frischer Zungen eine Papille die andere deckt, an Querschnitten erhärteter Präparate dagegen die wahren Verhältnisse zu sehr verändert sind; im Allgemeinen scheint sie 0,1 par. Lin. zu betragen. Die breiten Papillen finden sich bei weitem sparsamer; sie stehen 0,25—0,5 par. Lin. von einander entfernt, mitten unter den schmalen Papillen, ein klein wenig über dieselben hervorragend. Nach

einer ungefähren Berechnung mag ihre Zahl etwa 250 an einer kleinen Zunge betragen. Sie haben eine etwas kolbenförmige Gestalt, das breitere freiere Ende bildet eine runde Fläche, die an frischen Faltenschnitten bald etwas convex, bald etwas concav erscheint.

A. *Das bindegewebige Stroma.* Die Charakteristik des Bindegewebes in der Froschzunge bietet grosse Schwierigkeiten, weil seine Untersuchung im frischen Zustande durch den festen Zusammenhang mit den Massen von Epithelien, Gefässen, Muskeln und Nerven unmöglich gemacht wird. Will man seine histologische Beschaffenheit kennen lernen, so muss man zu künstlichen Methoden seine Zuflucht nehmen. Entweder man erhärtet die Zungen durch Trocknen oder durch die Einwirkung von chemischen Agentien, z. B. der Chromsäure und macht dann Querschnitte, oder man wendet chemische Mittel an, welche die anderen Gewebselemente vom Bindegewebsstroma loslösen. Bisher sind bei der mikroskopischen Untersuchung die künstlichen Methoden angewandt worden, ohne dass man Bedenken trug, die so gewonnenen Resultate als mit der Wirklichkeit übereinstimmende aufzufassen. Soweit es sich um gröbere z. B. um Structurverhältnisse handelt, ist man auch vollkommen im Rechte. Wo es dagegen gilt, die subtilsten Texturverhältnisse der so leicht veränderlichen Gewebselemente zu erforschen, da ist bei der Anwendung der künstlichen Methoden die grösste Vorsicht nothwendig, wenn man sich nicht der Gefahr, die grössten Irrthümer zu begehen, aussetzen will. Wenn man annehmen dürfte, dass die Gewebe bei den Billroth'schen Beobachtungen wenig verändert, wenig von den normalen Verhältnissen abweichend gewesen sind, so müssten seine Beweise für den Zusammenhang zwischen Muskeln, Bindegewebskörpern und Epithelien als vollkommen schlagend betrachtet werden; es ist nicht schwer, dieselben Beobachtungen zu wiederholen, dasselbe zu sehen, was er gesehen hat. Aber es fehlt der Beweis, dass jene Verhältnisse die normalen sind, ja Billroth ruft selbst in demjenigen, der seine Abhandlung studirt, Zweifel gegen die Stichhaltigkeit seiner

Endschlüsse hervor: „Es ist kaum zusammen zu reimen, wie sich in einem Fall die Epithelialzellen so scharf von den Papillen ablösen, in den anderen so fest daranhaften, dass man sie nur mit Mühe herunterbringt; es kann dies wohl nur in ganz besonderen chemischen Verhältnissen der beiden betreffenden Faserelemente liegen, die eben bei der Froschzunge so günstige Resultate gewinnen lassen, wie man sie unter gleichen Umständen an anderen Objecten nicht erzielt,[1]) sagt er an einer Stelle, wo er erwähnt hat, dass durch die Einwirkung verschiedener chemischer Agentien ganz verschiedene Erscheinungen hervorgerufen werden. Ich frage in Beziehung auf jene Stelle ganz einfach: Warum soll die Beobachtung an dem einfachen Chromsäurepräparat beweiskräftiger sein, als die am Chromsäure-Essigpräparat?

Da ich zu der Ueberzeugung gekommen bin, dass man sich nur dann einen Schluss auf die natürlichen Verhältnisse der durch künstliche Methoden erhaltenen Präparate erlauben dürfe, wenn man die verändernden Wirkungen der angewendeten chemischen Mittel in allen ihren Stadien verfolgt hat, so habe ich mir das Studium dieser Wirkungen sehr angelegen sein lassen. Meine Erfahrungen sind jedoch nicht ausreichend, um feste Regeln und beweisende Schlüsse daraus ziehen zu können; um etwas derartiges zu leisten, müsste ich über mehr Zeit disponiren können, als ich gegenwärtig übrig habe; der Stoff, den ich mir bisher gesammelt, reicht eben nur hin, um mir eine subjective Ueberzeugung zu verschaffen. Dieselbe stützt sich auf folgende Schlüsse: die Zunge vom Frosch ist im frischen Zustande vollkommen weich, dehnbar, elastisch, durchscheinend, fast gelatinös; nach längerem Liegen in selbst sehr verdünnter Chromsäurelösung schrumpft sie bedeutend zusammen, wird hart, spröde, zu Querschnitten geeignet. Es ist also eine bedeutende Veränderung mit derselben vorgegangen, dieselbe kann nicht bloss chemisch sein, sondern es muss auch, zumal bei der bedeutenden Schrumpfung, das mikroskopische Aussehen sich

1) Müller's Archiv, Jahrgang 1858. S. 163.

geändert haben. Je weniger die Zunge geschrumpft ist, desto weniger erscheint das Bindegewebe gefasert, desto deutlicher scheiden sich Grundsubstanz und Zellen; mit der stärkeren Schrumpfung tritt deutlichere Faserung hervor und die Unterscheidung der Zellen und der Grundsubstanz wird schwieriger; bei stark erhärteten Präparaten erhält das Bindegewebe ein stark gefasertes sehr lockiges Aussehen, das selbst auf Anwendung concentrirter Essigsäure nur wenig schwindet und die Zellen (Bindegewebskörper) nur wenig hervortreten lässt. Bei Zungen, die in Essigsäure gequollen und dann in sehr verdünnter (wenig gelb gefärbter) Chromsäurelösung gerade so weit erhärtet sind, dass man Querschnitte davon anfertigen kann, treten die Bindegewebskörper in ihrer Spindelform sehr deutlich hervor, während die Grundsubstanz ziemlich gelatinös erscheint und nur Andeutungen von Streifung zeigt; je länger man jedoch die Chromsäurelösung auf die Präparate einwirken lässt, desto mehr schrumpfen sie auch hier, desto mehr nimmt das Bindegewebe das gestreifte und scheinbar gefaserte Ansehen an; es wird lockiger, Muskeln, Nerven und Gefässe lassen sich immer weniger vom umgebenden Bindegewebe unterscheiden; endlich bekommt dasselbe Risse in der Richtung der Länge der Bindegewebskörper und zeigt somit viele Maschenräume. Meist lassen sich an, nach Billroth's Methode (mittels Essigsäure und Chromsäurelösung) erhärtetem Bindegewebe die Zellen besser erkennen, als in mit reiner Chromsäurelösung erhärtetem. Trocknet man die Zungen und macht dann davon Querschnitte, so scheint das Gewebe in gewissen Richtungen gefasert; diese Faserung schwindet aber schon nach dem Quellen im Wasser, noch mehr nach Zusatz von Essigsäure oder ätzender Kalilösung. Mit Holzessig behandelte und dann getrocknete Zungen zeigen dieselben Erscheinungen, nur dass die Bindegewebskörper von vornherein deutlicher zu sehen sind. Alle diese Beobachtungen habe ich nicht allein an Froschzungen, sondern auch an Zungen von Säugethieren und anderen Organen gemacht, die ein ähnliches lockeres (fast gelatinöses) Gewebe besitzen.

Von der Beschaffenheit des Bindegewebes in der Froschzunge im normalen Zustande habe ich mir nun folgendes Bild gemacht: Es ist ein weiches, dehnbares Bindegewebe mit zahlreichen längsspindelförmigen Zellen, die je nach den Theilen der Zunge, denen das Bindegewebe angehört, in bestimmten Richtungen angeordnet sind, in ziemlich gleichen Abständen parallel neben einander liegen und deren Ausläufer mit denen der vorderen und hinteren Zellen dem Anscheine nach anastomosiren. Dieser Richtung der Bindegewebskörper entspricht auch die bei den verschiedenen Behandlungsmethoden sich zeigende stärkere oder schwächere scheinbare Faserung des Bindegewebes; die Fasern halte ich nicht für wirklich existirende, sondern nur für Faltungen der Grundsubstanz, bedingt durch das Schrumpfen; je stärkere Schrumpfung, desto mehr scheinbare Fasern. Die Grundsubstanz ist jedoch nicht vollkommen homogen, nicht überall von derselben Dichtigkeit; die die Bindegewebskörper und ihre Fortsätze zunächst berührenden und umgebenden Theile derselben haben, wie es scheint, eine andere dichtere Consistenz, als die mitten zwischen den Zellen liegenden Theile. Wird nun ein chemisches Agens angewendet, namentlich ein solches, wonach das ganze Bindegewebe quillt und durchsichtiger wird, so nehmen die lockeren Theile mehr Flüssigkeit auf, als die consistenteren, sie werden mehr ausgedehnt, während letztere sich als Fasern darstellen. Liegen nun die Bindegewebskörper in bestimmten Richtungen parallel und dicht neben einander geordnet, so ist es ganz erklärlich, wenn die auf diese Weise entstandenen „Cytoblastemfasern“ als lange aus mit ihren Fortsätzen unter einander verbundenen Bindegewebskörpern gebildete Fasern erscheinen, da die Bilder der über- und untereinander liegenden Zellen für das beobachtende Auge zu einem Bilde verschmelzen. Sehr frappant ist in dieser Beziehung der Anblick, den Schnitte von nur möglichst kurze Zeit nach der Billroth'schen Methode behandelten Zungen gewähren, ebenso von Zungen, die in Holzessig gelegen haben und gerade so weit getrocknet sind,

dass sich gute Querschnitte machen lassen; man sieht da ein förmliches netzartiges Geflecht von feinen Fasern.

Die Methode, durch welche ich zur Befestigung meiner Ansicht gelangt bin, ist zwar auch eine künstliche, jedoch, wie ich glaube, die schonendste, die am wenigsten das Bindegewebe verändernde. Sie besteht in der einfachen Maceration der Zunge durch 24—48 Stunden in gewöhnlichem oder destillirtem Wasser. Von einer solchen macerirten Zunge lässt sich das Epithel mittelst eines reinen leinenen Läppchens oder eines weichen Pinsels leicht herunterstreichen, selbst das Epithel der Drüsen wird dadurch häufig entfernt. Mit einer feinen Cooper'schen Scheere machte ich dann zarte Schnitte und brachte dieselben unter das Mikroskop. Die Grundsubstanz des Bindegewebes erschien fein granulirt, mit sehr feiner lockiger Streifung, ohne Fasern; die Bindegewebskörper spindelförmig, jedoch nicht deutlich hervortretend, parallel neben einander geordnet, ihre Längsrichtung in den Papillen, deren Längsaxe entsprechend, ebenso ihre Anordnung neben den Drüsen und den Muskelfasern, im Uebrigen parallel der Zungenoberfläche. Die Grenze des Bindegewebes, wo es mit dem Epithel in Berührung tritt, ist eine scharf abgeschittene, sowohl an den Drüsen, als auch an allen Theilen aller Papillen. Ich kann nicht gerade behaupten, dass an dieser Grenze eine besondere festere Grenzschicht, eine Basement membrane existire, doch ist das Bindegewebe hier im Allgemeinen ärmer an Zellen, als in den inneren Theilen. Gefässe und Nerven sind deutlich erkennbar, je länger aber die Maceration dauert, desto mehr werden die Gefässe unkenntlich, desto deutlicher dagegen die Nerven. Die Muskeln, auf die wir weiterhin zurückkommen, werden durch die Maceration theilweise zerstört, verlieren ihre Querstreifung, oder sie werden mindestens sehr blass und lassen sich daher nicht so gut erkennen, wie bei anderen Behandlungsmethoden. An einzelnen Papillen erblickt man auch bei Anwendung dieser Methode hängen gebliebene Epithelialzellen, die bald den Anblick gewähren, als ob die Papille aus spindelförmigen Zellen zusammenge-

setzt oder mit dachziegelförmigem Epithel nach Art der Haare bedeckt sei, bald die Erscheinung eines geschichteten Cylinderepithels darbieten, welches mit seinen Fortsätzen in das Papillensubstrat hineindringt. Die hier zu Grunde liegende Täuschung kann man leicht nachweisen, wenn man durch leise Bewegungen des Deckgläschens die Zellen von der Papille loslöst; man sieht alsdann einerseits das zwar streifige, aber keineswegs zerfaserte, sondern im Gegentheil mit einer scharfen Contour gegen das Epithel abgegrenzte Substrat, andererseits die losgelösten zusammenhängenden Zellen, die entweder gleich oder beim Herumrollen um ihre Axe sich als ein einfaches Cylinderepithel darstellen. Die Beschaffenheit des Bindegewebes tritt noch deutlicher hervor bei Zusatz von Essigsäure oder bei Anwendung von ammoniakalischer Carminlösung und Essigsäure. Die Grundsubstanz quillt dabei ein wenig auf, wird durchsichtiger, verliert theilweise ihr streifiges Ansehen, die Abgrenzung gegen die anderen Gewebe tritt deutlicher hervor, namentlich markirt sich die freie sonst mit Epithel bedeckte Oberfläche, durch eine deutliche, scharfe Contour; man kann die Bindegewebskörper deutlicher erkennen, man findet, dass der gegen die freie Fläche gerichtete Rand ein wenig ärmer ist an Bindegewebskörpern, als der mittlere Theil; man sieht meist deutlich die ganzen spindelförmigen Zellen mit ihrem Kern und den zwei in entgegengesetzter Richtung abgehenden Fortsätzen (seitliche Fortsätze konnte ich nicht beobachten, dagegen scheinen die Hauptfortsätze feine Seitenzweige zu haben), womit sie untereinander zusammenzuhängen scheinen. Den Beweis eines solchen Zusammenhanges vermochte ich nicht zu finden, vielmehr glaubte ich immer das Bild von dem Zusammenhange der Zellenfortsätze für eine optische Täuschung halten zu müssen, erzeugt durch das Zusammenfallen über- und untereinander liegender Zellenbilder zu einem einzigen Bilde. Bei Anwendung von Jodlösung traten die Bindegewebskörper deutlich hervor, die Grundsubstanz schrumpft aber sehr zusammen und bekommt ein stark streifiges Ansehen.

B. Eine sehr wichtige Frage ist die über das *Verhält-*

niss des Bindegewebes zu den Muskelfasern. Billroth hat in der Froschzunge den Zusammenhang der feinsten Ausläufer der Muskelfasern mit Zellen beobachtet, welche den Bindegewebskörpern sehr ähnlich sehen, und hat daraus auf die Identität zwischen den Zellen der Muskelfasern und den Bindegewebskörpern geschlossen. Nur von dem Standpunkte Billroth's aus, der den genetischen Unterschied der Gewebe aufzuheben sich bemüht, ist ein solcher Schluss gerechtfertigt. Wer auf dem entgegengesetzten Standpunkte steht, wird, wenn er die Richtigkeit der Beobachtung zugiebt, eine ganz andere Deutung dafür suchen; er wird sagen, dass dies Verhältniss ein ganz natürliches, dem gewöhnlichen zwischen Sehnen und Muskeln entsprechendes sei; er wird die feinen Fortsätze übereinstimmend mit Billroth als „kleinste Sehnen" deuten, jedoch nicht so, dass er diese Sehne als unmittelbare Fortsetzung der Muskelsubstanz, sondern als Fortsetzung der bindegewebigen Muskelscheide (des Sarkolemma) ansieht, welche sehr wohl Bindegewebskörper enthalten oder unmittelbar in das Bindegewebe des Substrates übergehen kann.

Nachdem ich mich an Querschnitten von Zungen, die nach Billroth's Methode erhärtet waren, von der Richtigkeit der Behauptung überzeugt hatte, dass nämlich die zur Oberfläche aufsteigenden Muskelfasern in immer feinere Aeste sich theilen und letztere endlich zwischen der Drüsenschicht (mit Ausnahme der ganz in die breiten Papillen hineintretenden Aeste) in feinste faserige Aestchen zerfallen, in welchen den Bindegewebskörpern ähnliche Zellen enthalten sind (Billroth sagt, „sie endigen in den Ausläufern der Bindegewebskörper[1]), adoptirte ich die eben erwähnte Ansicht. Zur Bestätigung derselben machte ich jedoch noch Untersuchungen an auf verschiedene Weise erhaltenen Präparaten, vor Allem strebte ich das Verhältniss an möglichst wenig veränderten Präparaten zu erforschen. Auf Faltenschnitten

1) „Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge" etc. Müller's Archiv u. s. w. 1858. S. 163.

frischer Zungen sieht man wohl die Muskelfasern, aber ihre Theilungen kann man unter dem bedeckenden Epithel nicht mehr deutlich erkennen; bei Zusatz von Kalilösung oder Essigsäure wird das ganze Präparat zwar durchsichtiger, die Untersuchung der Muskeln wird dadurch aber nicht erleichtert. Meine Methode der Maceration der Zungen zerstört die Muskeln sehr schnell; sie verlieren ihre Querstreifung, schwinden theilweise völlig, theilweise erhalten sie ein feinkörniges Ansehen, zerfallen in mehrere Stücke (besonders die feinen Aestchen) und werden schwer unterscheidbar von den feinen Gefässen und Capillaren. Dennoch kann man sich auch hier noch sehr deutlich von ihrer Theilung in feinste Aestchen überzeugen; man kann erkennen, dass auch die feinsten, bei Anwendung von Billroth's Methode als Fäserchen sich darstellenden Theilungsäste noch fein granulirten Inhalt, wie die grossen Fasern, besitzen; dass sie mit diesem Inhalt zwischen den Drüsen bis fast an die Grenze des Substrats und in den Anfang der schmalen nervenlosen Papillen hineinsteigen, dass sie endlich als breitere Muskelfasern in die nervenhaltigen Papillen hinein verfolgt werden können, dort sich vielfach theilen, aber noch als deutlich erkennbare Muskelfasern bis dicht unter die breite Endfläche der Papille herantreten und dort, etwa in der Höhe der Nervenendigung und der Bildung des Gefässkranzes einfach zu endigen scheinen; deutlich konnte ich diese Endigung nie beobachten, weil die Gefässschlinge sie meist bedeckt, häufig schien es mir aber, als wenn die Fasern mehr nach aussen vom Gefässkranze dicht unter der seitlichen Papillarwand blind, d. h. ohne Ausläufer endigten.

Die Beobachtungen, welche ich an Querschnitten von nach Billroth's Methode erhärteten Zungen machte, waren sehr verschieden, je nachdem die Präparate längere oder kürzere Zeit in der Chromsäurelösung gelegen hatten. Je weniger die Chromsäure ihre Wirkung ausgeübt hatte, desto besser waren die Muskelfasern erhalten, desto leichter konnte man ihre Theilungen in feinste Aestchen verfolgen; war dagegen das Präparat dem Einfluss der Chromsäure längere Zeit aus-

gesetzt gewesen, so liessen sich zwar wegen eingetretener grösserer Härte die Querschnitte leichter anfertigen, aber Bindegewebe und Muskelfasern waren stärker geschrumpft und ihre Unterscheidung erschwert. Zur Ergründung des wahren Verhaltens der feinsten Muskelfasertheilungen musste ich deshalb Zungen gebrauchen, welche in concentrirtem Essig gequollen, dann durch sanftes Streichen von dem Epithel befreit und endlich 24—48 Stunden der dünnen Chromsäurelösung ausgesetzt gewesen waren. Ich machte davon entweder Quer- oder sehr feine Faltenschnitte und beobachtete darin die recht gut erhaltenen Muskelfasern bis in die feinsten Aestchen. Zwar war auch hier die Querstreifung in den feineren Aesten nicht mehr wahrzunehmen, aber dennoch markirten sich dieselben noch deutlich als wirkliche contractile Substanz der Muskelfaser, indem sie einerseits dieselbe gelbliche Färbung zeigten, wie die Muskelsubstanz, und andererseits eine ausserordentliche Dehnbarkeit an den Tag legten, welche selbst die des weichen Bindegewebes bei weitem übertraf. Uebte man nämlich auf das Deckgläschen einen stärkeren Druck aus, so dass das Präparat zerstört wurde, so blieben doch die Muskelfasern grösstentheils erhalten, sie waren nur stark gedehnt, ihre Aeste, die sonst geschlängelt verlaufen, waren gestreckt, verdünnt, enthielten die grösseren ovalen Körper, theilten sich selbst wiederum in feinere Aestchen mit ähnlichen kernartigen Bildungen und verschwanden zuletzt fein zugespitzt nahe der Grenze des Bindegewebssubstrates oder innerhalb der schmalen Papillen. An Zungen, welche 8—14 Tage in Chromsäurelösung gelegen hatten, machte ich zwar im Wesentlichen dieselben Beobachtungen, aber hier stellten sich schon die gröberen Zweige der Muskelfasern als schmale, dunkle, kernhaltige Fasern dar, welche nur mit Mühe von dem umgebenden Bindegewebe unterschieden werden konnten. Nach all diesen Untersuchungen drängte sich mir die Ansicht auf, dass die letzten Enden der Muskelfasern feinste aus contractiler Substanz bestehende Aestchen und keineswegs feinste Sehnen seien, zumal es mir nicht gelungen war, an den feineren

Muskelverzweigungen mit Sicherheit Scheiden nachzuweisen. Für die Ansicht sprachen auch mehrere Beobachtungen, welche ich an Querschnitten von Zungenwurzeln älterer Chromsäure- und Chromsäure-Essigpräparate gemacht hatte. Ich fand nämlich an diesen Stellen, von denen sich wegen der bedeutenden Kürze und Breite der Papillen sehr schöne Schnitte machen lassen, deutliche stumpfspitze Enden der Muskelfasern, sowohl innerhalb der breiten Papillen, als auch an der Basis der schmalen, dennoch lege ich darauf kein grosses Gewicht, weil es möglicher Weise Schrägschnitte der schmalen Muskelfaseräste gewesen sein können.

C. *Die Nerven.* Ueber den Ursprung und die gröbere anatomische Ausbreitung der Nerven in der Froschzunge habe ich keine genaueren Untersuchungen angestellt. Ich verweise auch hier in dieser Beziehung auf die betreffenden Werke von Burdach[1]) und Volkmann[2]). Dass die Aeste der Nervenstämmchen durch die Muskelschichten hindurchtreten und oberhalb derselben durch Theilung, Abgabe und Aufnahme feiner Aestchen ein ziemlich engmaschiges Geflecht bilden, ist bereits oben erwähnt. Von diesem Geflecht nun steigen ziemlich senkrecht, zuerst etwas geschlängelt, zuletzt mehr gestreckt verlaufend, kleine Aestchen, die etwa 10—16 Nervenfasern enthalten, zur Oberfläche der Zunge auf, treten nur in die breiten Papillen, P. fungiformes, hinein und sind dicht unter der breiten Endfläche derselben noch sichtbar. Zuweilen steigen von zwei verschiedenen Seiten her dünne Aestchen in die Papille hinein und vereinigen sich dort zu einem Stämmchen. Ausser diesen sensiblen Nerven beobachtet man in der Zunge noch Nervenäste mit breiten doppeltcontourirten Fasern, welche zu den Muskeln treten. Die Nervenendigungen auf der unteren papillenlosen Seite der Zunge habe ich nicht untersucht. Die schmalen Papillen, P. filiformes, enthalten keine Nervenfasern. Das Geflecht, welches die Aestchen für die breiten Papillen abgiebt, scheint

1) A. a. O.

2) Von dem Bau und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. Müller's Archiv 1838.

zwar doppelt contourirte, aber sehr schmale Fasern zu enthalten; in den Papillen selbst sind diese Fasern einfach contourirt.

Sehr wichtig ist es, festzustellen, wie die Fasern in den breiten Papillen thatsächlich endigen. Alle Beobachter stimmen darin überein, dass sie angeben, die Nervenfasern steigen in ihrem Stämmchen bis nahe unter die breite Endfläche der Papille auf, breiten sich daselbst büschelförmig aus und hören plötzlich stumpfspitz auf. Nach Billroth's[1]) Meinung ist dies aber nicht ihr wahres Ende; er vermuthet, dass sie hier in feinste marklose Fäserchen übergehen und durch diese mit den darüber befindlichen Zellen (nach Analogie der „Riechzellen") im Zusammenhange stehen. Fixen behauptet, es seien die wahren Nervenenden; er sah nicht nur stumpfspitze, sondern auch einfach cylindrische und sogar kolbenförmige Enden. Dieser Ansicht schliesse auch ich mich unbedingt an. Aus den Beobachtungen an frischen Faltenschnitten, wo man bei wiederholter Untersuchung deutlich sieht, wie jede einzelne Faser aufhört, entweder stumpfspitz oder mehr weniger mit einem Knöpfchen versehen (erzeugt durch die Gerinnung des Inhalts), mochte ich meine unbedingte Ansicht nicht schöpfen; denn die die Papille bedeckenden Epithelialzellen könnten, selbst bei Anwendung von Kalilösung, wonach die Papillen durchsichtiger werden und die Nerven noch deutlicher hervortreten, sehr wohl die von Billroth angenommenen Fortsetzungen in feine Fasern verdecken. Ich habe deshalb den Gegenstand einer immer und immer wiederholten Untersuchung unterworfen, bis es mir gelungen ist, sprechendere Beweise zu finden. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die büschelförmige Ausbreitung der Nervenenden ein Kunstproduct sei, erzeugt durch den Druck des Deckgläschens. Der normale Zustand lässt sich am frischen Präparate (feinem Faltenschnitt) nur äusserst selten, nur wenn der Zufall Einem günstig ist, beobachten. Die Anwendung des Deckgläschens ist nicht zu vermeiden, weil ein

1) A. a. O.

leiser Druck nöthig ist, um die Papille durchsichtig zu machen; ferner muss die Lage der letzteren eine solche sein, dass die den Nerven umkränzende Gefässschlinge sein Ende nicht deckt, d. h. die Papille muss so liegen, dass man sie zum Theil von der oberen Endfläche, zum Theil von der Seite aus sieht, und endlich muss das Präparat selbst günstig sein, indem der Inhalt der Epithelialzellen durchsichtig, wenig granulirt sein muss. Man erblickt alsdann ein cylindrisches, etwas gewölbtes, scharf begrenztes Ende des Nervenästchens, die cylindrischen Enden der Nervenfasern liegen dicht neben einander und stellen sich dar wie eine aus rundlichen Körperchen gebildete Platte. An mehreren von meinen Objecten war das ganze Stämmchen und besonders das Ende von einer deutlichen scharfen Contour begrenzt, die ich einer Art von Nervenscheide zuschrieb. Uebte ich einen leichten Druck auf das Deckgläschen aus, so schien die Scheide zu platzen und die Nervenfaserenden wichen wie gewöhnlich nach allen Seiten aus einander. Viel häufiger als an frischen Präparaten bekommt man jenes Bild an Scheerenschnitten von Zungen zu sehen, die durch 24 Stunden in Wasser macerirt und durch sanftes Streichen vom Epithel befreit sind. Setzt man zu denselben Essigsäure hinzu, so wird das Bindegewebe sehr durchsichtig, die Nervenfasern treten schärfer hervor, eine Art von Scheide markirt sich als eine einfache scharfe Begrenzung des Bindegewebes gegen den Nerven, man sieht in dem Rande langgestreckte deutliche Bindegewebskörper, und oberhalb des Nervenendes bildet das Bindegewebe einen deutlichen Saum mit scharfer Begrenzung gegen den Nerven und gegen das Epithel. Die Streifung des Randsaumes nebst der Lage der Bindegewebskörper ist parallel der Endfläche der Papille, senkrecht gegen den Nerven; man sieht keine Fäserchen vom Nerven aus durch den Saum hindurchgehen. Die Lage der Papille muss übrigens auch hier möglichst eine solche sein, dass die Gefässschlinge das Nervenende nicht decke. Dieselben Beobachtungen lassen sich auch an allen guten Querschnitten wiederholen, doch kann man sich hier nicht vor dem Einwurfe schützen, dass

man möglicherweise das Nervenstämmchen in schräger Richtung durchschnitten habe. Die schönsten Querschnitte erlangt man von der Gegend der Anheftungsstelle der Zunge an dem Unterkiefer, wo die Papillen wegen ihrer Kürze dem Messer weniger leicht ausweichen. Die besprochene Nervenscheide fasse ich übrigens nicht als eine vom übrigen Bindegewebe deutlich getrennte Membran auf, weil ich immer nur die innere Contour beobachten konnte, sondern als einen etwa verdichteten, den Nerven begrenzenden Theil des bindegewebigen Zungensubstrates, in welchem die Bindegewebskörper dichter gedrängt liegen, eine sehr verlängerte Spindelform besitzen und parallel dem Verlaufe des Nervenästchens angeordnet sind.

Es war mir von grosser Wichtigkeit, diese Thatsache der Nervenendigung festzustellen, wegen der Consequenzen, die daraus gezogen werden müssen. Denn wenn es feststeht, dass sensible Nerven, besonders solche, welche durch chemische Agentien gewöhnlich erregt werden, innerhalb des Bindegewebssubstrates liegen, und dass dennoch die erregende Substanz durch die Epithelial- und Bindegewebsschicht sehr schnell zum Nerven hindurchdringt; ferner dass solche Fasern einfach blind endigen können, also zu ihrer Erregung keiner Vermittelung besonderer histologischer Gebilde nach Art der Retina bedürfen, so wird dadurch die Gelegenheit gegeben zu Schlüssen auf ein ähnliches Verhalten der Nervenenden an vielen anderen Orten, wo dieselben noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind. Ich verweise in dieser Beziehung hauptsächlich auf die Nasenschleimhaut, wo auch das Verhalten der Epithelien ein ganz ähnliches ist, wie hier. Die Bedeckung der Papille mit einem besonders gestalteten Epithel gerade an der Stelle, wo das Nervenende sich befindet, deutet darauf hin, dass das Ende der Nervenfasern hauptsächlich der die Erregung empfangende Theil ist. Aus dem Umstande endlich, dass zwischen Epithel und Nerv eine deutlich sichtbare Lage von Bindegewebe vorhanden ist, in der keine vom Nerven zum Epithel durchtretende Fasern sich nachweisen lassen, geht hervor, dass in jener Stelle

eigenthümliche Epithelialzellen nicht zu den Nervenelementen gezählt werden dürfen und dass das Bindegewebe, vielleicht vermöge seiner gallertartigen Beschaffenheit, sehr wohl dazu geeignet sei, die chemischen Flüssigkeiten schnell zum Nerven durchdringen zu lassen.

D. Die *Gefässe* in der Zunge sind sehr zahlreich. Die Hauptstämme liegen an der unteren Zungenseite, theilen sich mit diesen in Haupt- und Nebenzweige, bilden ein ziemlich engmaschiges Netz und senden zur Zungenoberfläche zahlreiche Capillaren. Dieselben treten zwischen die Drüsen hinein und dicht an die Schleimhautoberfläche heran; von den nervenlosen Papillen versorgen sie bloss die breiteren an der Basis mit einer kurzen einfachen Schlinge; in den nervenhaltigen dagegen finden sich mehrere breite zu- und abführende Capillargefässe, die dicht unter der Endfläche sich zu einem schönen Kranze um das Nervenende vereinigen.

E. An der äusseren Zungenoberfläche finden sich *drei Formen des Cylinderepithels*. Die eine Art, welche von der gewöhnlichen Cylinderform sehr abweicht, bekleidet die ganze obere Fläche der Zunge, mit Ausnahme der breiten Endflächen der nervenhaltigen Papillen, d. h. also die ganzen schmalen Papillen, die Seitenflächen der breiten Papillen und auch die Drüsen sind damit versehen. Die untere Zungenfläche besitzt ein einfaches Cylinderepithel, wie man es auch auf der übrigen Mundschleimhaut des Frosches findet; am Rande der Zunge beobachtet man einen ziemlich schroffen Uebergang dieses Epithels in das der dort auftretenden Papillen. Die dritte Art endlich bekleidet die Endflächen der breiten (nervenhaltigen) Papillen; es sind diejenigen Zellen, welche Billroth für Nervenenden zu halten geneigt ist.

Von dem Vorhandensein dieser drei Formen kann man sich leicht an Faltenschnitten frischer Zungen überzeugen, ja man kann sie alle zu gleicher Zeit beobachten, wenn man ein Schnittchen vom Zungenrande anfertigt und dasselbe sich so günstig lagert, dass man den Uebergang der unteren Fläche in die obere deutlich sehen kann. Der Unterschied der Zellen von der unteren und von der oberen Seite ist ein

man möglicherweise das Nervenstämmchen in schräger Richtung durchschnitten habe. Die schönsten Querschnitte erlangt man von der Gegend der Anheftungsstelle der Zunge an dem Unterkiefer, wo die Papillen wegen ihrer Kürze dem Messer weniger leicht ausweichen. Die besprochene Nervenscheide fasse ich übrigens nicht als eine vom übrigen Bindegewebe deutlich getrennte Membran auf, weil ich immer nur die innere Contour beobachten konnte, sondern als einen etwa verdichteten, den Nerven begrenzenden Theil des bindegewebigen Zungensubstrates, in welchem die Bindegewebskörper dichter gedrängt liegen, eine sehr verlängerte Spindelform besitzen und parallel dem Verlaufe des Nervenästchens angeordnet sind.

Es war mir von grosser Wichtigkeit, diese Thatsache der Nervenendigung festzustellen, wegen der Consequenzen, die daraus gezogen werden müssen. Dann wenn es feststeht, dass sensible Nerven, besonders solche, welche durch chemische Agentien gewöhnlich erregt werden, innerhalb des Bindegewebssubstrates liegen, und dass dennoch die erregende Substanz durch die Epithelial- und Bindegewebsschicht sehr schnell zum Nerven hindurchdringt; ferner dass solche Fasern einfach blind endigen können, also zu ihrer Erregung keiner Vermittelung besonderer histologischer Gebilde nach Art der Retina bedürfen, so wird dadurch die Gelegenheit gegeben zu Schlüssen auf ein ähnliches Verhalten der Nervenenden an vielen anderen Orten, wo dieselben noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind. Ich verweise in dieser Beziehung hauptsächlich auf die Nasenschleimhaut, wo auch das Verhalten der Epithelien ein ganz ähnliches ist, wie hier. Die Bedeckung der Papille mit einem besonders gestalteten Epithel gerade an der Stelle, wo das Nervenende sich befindet, deutet darauf hin, dass das Ende der Nervenfasern hauptsächlich der die Erregung empfangende Theil ist. Aus dem Umstande endlich, dass zwischen Epithel und Nerv eine deutlich sichtbare Lage von Bindegewebe vorhanden ist, in der keine vom Nerven zum Epithel durchtretende Fasern sich nachweisen lassen, geht hervor, dass in jener Stelle

eigenthümliche Epithelialzellen nicht zu den Nervenelementen gezählt werden dürfen und dass das Bindegewebe, vielleicht vermöge seiner gallertartigen Beschaffenheit, sehr wohl dazu geeignet sei, die chemischen Flüssigkeiten schnell zum Nerven durchdringen zu lassen.

D. Die *Gefässe* in der Zunge sind sehr zahlreich. Die Hauptstämme liegen an der unteren Zungenseite, theilen sich mit diesen in Haupt- und Nebenzweige, bilden ein ziemlich engmaschiges Netz und senden zur Zungenoberfläche zahlreiche Capillaren. Dieselben treten zwischen die Drüsen hinein und dicht an die Schleimhautoberfläche heran; von den nervenlosen Papillen versorgen sie blos die breiteren an der Basis mit einer kurzen einfachen Schlinge; in den nervenhaltigen dagegen finden sich mehrere breite zu- und abführende Capillargefässe, die dicht unter der Endfläche sich zu einem schönen Kranze um das Nervenende vereinigen.

E. An der äusseren Zungenoberfläche finden sich *drei Formen des Cylinderepithels*. Die eine Art, welche von der gewöhnlichen Cylinderform sehr abweicht, bekleidet die ganze obere Fläche der Zunge, mit Ausnahme der breiten Endflächen der nervenhaltigen Papillen, d. h. also die ganzen schmalen Papillen, die Seitenflächen der breiten Papillen und auch die Drüsen sind damit versehen. Die untere Zungenfläche besitzt ein einfaches Cylinderepithel, wie man es auch auf der übrigen Mundschleimhaut des Frosches findet; am Rande der Zunge beobachtet man einen ziemlich schroffen Uebergang dieses Epithels in das der dort auftretenden Papillen. Die dritte Art endlich bekleidet die Endflächen der breiten (nervenhaltigen) Papillen; es sind diejenigen Zellen, welche Billroth für Nervenenden zu halten geneigt ist.

Von dem Vorhandensein dieser drei Formen kann man sich leicht an Faltenschnitten frischer Zungen überzeugen, ja man kann sie alle zu gleicher Zeit beobachten, wenn man ein Schnittchen vom Zungenrande anfertigt und dasselbe sich so günstig lagert, dass man den Uebergang der unteren Fläche in die obere deutlich sehen kann. Der Unterschied der Zellen von der unteren und von der oberen Seite ist ein

sehr in die Augen springender; erstere erscheinen bedeutend länger, heller, mit sehr starker und lebhafter Bewegung der langen Cilien; die ausgetretenen Blutzellen, Körnchen, ja die Flüssigkeit selbst, werden lebhaft fortbewegt; die letzteren dagegen sehen viel kürzer aus, sind grauer, dunkler, mehr granulirt, und lassen nur mit Mühe Cilienbewegung erkennen; nur bei genauer Beobachtung und Anwendung einer stärkeren Vergrösserung (von 300—400, während für jene schon eine 150malige Vergrösserung ausreicht) kann man auch an diesen Zellen Cilien wahrnehmen. Ich muss gestehen, dass ich sehr lange an dem Vorhandensein von Cilien an diesen Zellen zweifelte, weil ich meist mit 250facher Vergrösserung arbeitete und die dabei hin und wieder beobachtete Cilienbewegung für eine subjective, durch Anstrengung der Augen erzeugte Sinneswahrnehmung ansah, bis ich mich durch stärkere Vergrösserung überzeugte, dass sie constant überall vorkomme. Die Bewegung, welche von diesen Cilien den Flüssigkeiten und darin schwimmenden Körnchen mitgetheilt wird, ist sehr gering. Ob die gleichgebauten Zellen der Drüsen mit Cilien versehen sind, lässt sich schwer entscheiden, da sie im frischen Zustande nicht wohl beobachtet werden können, bei Anwendung von Chromsäurelösung bis zur Erhärtung und Anfertigung von Querschnitten, die Cilien leicht zerstört werden. Interessant war es für mich, festzustellen, dass diese Zellen mit den kurzen Flimmerhärchen am Rande der Endfläche der breiten Papillen, wo sie mit der dritten Art von Zellen zusammentreffen, plötzlich sehr lange Cilien erhalten, die sehr lebhaft sich bewegen und auch mit schwächeren Vergrösserungen deutlich zu sehen sind. Sie bilden einen stark flimmernden Ring um die cilienlosen Zellen der dritten Art, welche die ganze Mitte der Endfläche bedecken. Für die Untersuchung dieser letzteren ist die Lage der breiten Papillen von grosser Wichtigkeit. Ist nämlich die Mitte der Endfläche, wie es häufig geschieht, tellerförmig eingezogen oder ist die Lage derselben eine ganz schräge, so bekommt man nur die Ränder der Papille auf dem Faltensaume zu sehen und erblickt scheinbar die Endfläche ganz

mit cilientragenden Zellen bedeckt. Wenn dagegen die Endfläche nicht concav, sondern convex und die Lage der Papille eine derartige ist, dass die Endfläche den freien Rand bildet, so sieht man ganz deutlich, dass die Zellen derselben cilienlos sind, dagegen die Zellen, welche einen schmalen Saum am Rande der Endfläche einnehmen und in ihrer sonstigen Beschaffenheit vollkommen mit den Zellen auf den schmalen Papillen übereinstimmen, deutliche lebhafte Cilienbewegung zeigen. Ihre benachbarten Zellen auf den Seitenflächen der breiten Papillen haben nur die beschriebenen kurzen, schwer sichtbaren Cilien. An derselben Papille kann man sich auch überzeugen, dass die cilienlosen Zellen der Endfläche von den benachbarten Zellen der Seitenfläche sich dadurch unterscheiden, dass sie feiner granulirt, von gelblich weisser Färbung sind. Diese Färbung rührt nicht, wie Fixen[1]) meint, von dem Widerschein der unterhalb befindlichen Gefässschlinge her, sondern hat in der besonderen Beschaffenheit dieser Zellen ihren Grund. Billroth und vorher schon Leydig haben bereits richtig anerkannt, dass sie vermöge dieser Beschaffenheit von den benachbarten Zellen sich wesentlich unterscheiden.

Gehen wir nun zur näheren Beschreibung der Epithelialzellen über, so ist vor Allem zu bemerken, dass ihre Form, die Art ihrer Anheftung an das Substrat u. s. w. im frischen Zustande kaum untersucht werden kann, weil sie sich dann vom Substrate sehr schwer trennen und noch schwerer von einander isoliren lassen. Bei Anwendung künstlicher Methoden habe ich aber dieselben Erfahrungen gemacht, welche ich bei Beschreibung der Epithelialzellen von der Nasenschleimhaut[2]) weitläufiger auseinandergesetzt habe, und von denen ich das Wichtigste kurz wiederholen will. Zur genauen Erkenntniss der verschiedenen Zellenformen ist es nöthig, dass man jede für sich in allen ihren verschiedenen Erscheinungen je nach der angewandten Methode betrachte.

1) A. a. O.

2) De tunicae mucosae narium structura. Diss. inaug. Berolini 1857.

Die Grundform der Zellen, welche die obere Zungenfläche mit Ausnahme der Endfläche der breiten Papillen bedecken, ist die eines Kegels mit sehr breiter, stark convexer Basis; die Spitze des Kegels haftet am Substrat, die Basis ragt frei hervor und ist mit Cilien versehen. Diese einfach konische Form findet sich aber nur bei den wenigsten Zellen, nur bei denjenigen, welche dem Substrat senkrecht aufsitzen, d. h. bei den Zellen an der Spitze der schmalen Papillen und am Grunde der Drüsen. Alle übrigen haben eine mehr weniger gekrümmte Form mit hornartig krummgebogener Spitze, indem sie den Seitenflächen der Papillen nicht senkrecht aufsitzen, wie die Cylinderzellen im Darmcanal (auf den Zotten und Lieberkühn'schen Drüsen), sondern schräg, so dass sie sich gewissermassen dachziegelförmig decken. Die Formen der einzelnen Zellen lassen sich meist nur an künstlich isolirten Zellen genauer studiren; zuweilen gelingt es aber auch, von günstigen frischen Schnitten, nach Befeuchtung derselben mit Speichel anstatt des Wassers und durch Druck auf das Deckgläschen, vereinzelte Zellen zu erhalten, welche im Wesentlichen die eben beschriebenen Formen zeigen. Das schmale Ende jeder dieser Zellen erscheint auch nicht als schmaler feiner Fortsatz, sondern als ein etwas verengter Theil der Zelle. Ausserdem erblickt man hier neben den gewöhnlichen Formen noch eine Reihe verschiedener anderer durch die Lage der Zellen bedingter, wie runde, ovale, mit kurzem seitlichem Fortsatze versehene, und noch so unendlich viele andere, als man Projectionen von den verschiedenen Stellungen eines kurzen Kegels machen kann; durch Rollen der Zellen vermöge eines leichten auf das Deckgläschen ausgeübten Druckes, kann man die Formen alle sehr mannichfaltig verändern und schliesslich überall die Grundform zum Vorschein bringen. An frischen Schnitten findet man, gewöhnlich zwischen den eben beschriebenen Zellen zerstreut, hellere, bedeutend breitere, mit grossen glänzenden, fast fettähnlichen Körnern versehene Zellen, die bald in geringerer, bald in reichlicherer Menge vorkommen; ich halte sie für in der

Rückbildung begriffene Zellen, die zur Ausstossung bestimmt sind.

Nach der Behandlung der Zungen mit Chromsäurelösung erhält man noch viel mannichfaltigere Zellenformen, als von frischen Präparaten, denn selbst in der verdünntesten Lösung schrumpfen die Zellen zusammen und nehmen die eigenthümlichsten Formen an. In dieser Schrumpfung mag auch die Ursache ihrer Isolirung liegen. Doch ist die isolirende Wirkung der Chromsäurelösung eine verschiedene, je nach der Dauer der Einwirkung und dem Concentrationsgrade der Lösung. Je dünner nämlich die letztere, desto besser die Isolirung, die gewöhnlich schon nach mehrstündiger Behandlung erfolgt und bei mehrtägiger Einwirkung noch vollständiger wird; bleibt jedoch das Präparat etwa 14 Tage hindurch in einer grossen Quantität einer solchen Lösung liegen, so erhärtet sich allmälig die ganze Zunge, die Zellen lösen sich nicht mehr so leicht vom Substrat, und wenn sie sich bei Anwendung eines leichten Druckes auf das Deckgläschen doch davon trennen, so geschieht dies nur in zusammenhängenden Haufen. Wendet man stärkere Lösungen an, z. B. 1:500, so schrumpfen die Zellen sehr stark, lösen sich viel schwerer vom Substrat und noch schwerer von einander, bleiben, falls sie sich lösen, doch noch theilweise am Substrate hängen und erzeugen dann Bilder, wie sie Billroth betrachtet hat[1]), und woraus er den Beweis des Hervorwachsens der Zellenfortsätze zwischen den Fasern des Bindegewebes herleitet. Diese Wirkungen erfolgen aber nicht immer in der Art und Weise, wie eben beschrieben; solche verführerische Bilder erhält man zuweilen auch schon nach kurzer Behandlung mit dünnen Chromsäurelösungen, während andererseits auch sehr alte Chromsäurepräparate ganz lose Verbindungen des Substrates mit den Zellen noch beibehalten. Ueberhaupt modificiren sich diese Erscheinungen so mannichfaltig und unregelmässig, dass sich darüber kaum ein Gesetz aufstellen lässt und dass es dann nur bei immer und immer wiederholter

1) Müller's Archiv, 1858, Taf. VII, Fig. 1 a und b.

Untersuchung der Präparate unter den verschiedensten Verhältnissen möglich wird, günstige Objecte zu erhalten und eine blosse Ueberzeugung sich zu verschaffen, während es fast unmöglich ist, evidente Beweise beizubringen, weil man sich nicht im Stande sieht, genau anzugeben, auf welche Weise ein anderer Beobachter dieselben beweisenden Präparate sich anfertigen solle. Der Grund dieser verschiedenen Wirkungen der Chromsäure liegt in der sehr vielfach variirenden Beschaffenheit des Zelleninhaltes und des Zellensecretes, welches, wie bei den Drüsen, je nach dem Stande des Stoffwechsels eine verschiedene Consistenz besitzt. Ich habe beobachtet (auch an den Nasenschleimhäuten), dass die Zellen um so leichter auseinanderfallen, der Wirkung der Chromsäure um so zugänglicher sind, je weniger Masse und Consistenz der dieselben bedeckende Schleim besitzt, welcher durch die Chromsäure festeren Zusammenhang gewinnt. Die Gerinnung ist um so stärker, je concentrirtere Lösungen angewendet werden; bei Gegenwart von wenig Schleim werden die Zellen auch durch stärkere Lösungen isolirt. Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Isolirung und Lösung der Zellen weniger ein specifischer Erfolg der Chromsäure, als vielmehr die Folge der Maceration sei, dass die Chromsäure nur die Zersetzung der organischen Materie hindere und Schrumpfung der Zellen nebst Gerinnung ihres Inhaltes bewirke. Durch einfache Maceration in Wasser oder dünner Kochsalzlösung erhielt ich gleichfalls sehr schön isolirte Zellen, ja die Erfolge durch Kochsalzlösung waren insofern sehr günstig zu nennen, als die Zellen sich in ziemlich normalem Zustande erhielten und noch nach 48 Stunden Cilienbewegung zeigten.

Ich komme nun auf die *Formverschiedenheiten der durch Chromsäure veränderten Zellen* zurück. Dieselben werden theilweise erzeugt durch die bereits erwähnte stärkere oder schwächere Schrumpfung der ganzen Zellen oder einzelner Theile derselben, theilweise durch Zersetzung und Entleerung des Zelleninhaltes, durch starke Verschiebung oder völliges Austreten des Kernes u. s. w. Es scheint mir, als ob durch die

Einwirkung der Chromsäure der Zelleninhalt zersetzt werde, als ob ein Theil gerinne und sich im Fortsatz und dem schmalen Theile der Zelle ablagere, wo er durch seine stärker lichtbrechende Beschaffenheit oft das Bild eines zweiten Kernes erzeugt; der andere Theil des Inhaltes scheint flüssig zu bleiben und durch Endosmose oder selbst mechanisch durch Zerstörung des freien Theiles der Zelle aus derselben sich zu entleeren, worauf die Zellwandungen zusammenfallen, faltig werden und eigenthümliche Formen zu Wege bringen. Der Zellenkern verschiebt sich nach den verschiedensten Richtungen hin und giebt dadurch gleichfalls zur Erzeugung verschiedener Zellenformen Anlass, am häufigsten rückt er in den schmalen Theil der Zelle; oft tritt er ganz heraus, sein Inhalt scheint sich gleichfalls durch die Chromsäurewirkung zu zersetzen, theilweise zu gerinnen, theilweise durch Exosmose verloren zu gehen.

Häufig erblickt man Zellen mit zwei und mehreren Fortsätzen; ich habe schon bei der Betrachtung der Cylinderzellen der Nasenschleimhaut[1]) darauf aufmerksam gemacht, dass diese mehrfachen Fortsätze eine optische Täuschung sind, erzeugt durch den festeren Zusammenhang mehrerer Zellen, die für den Beobachter eine solche Lage annehmen, dass sie sich gegenseitig vollkommen decken und als eine einzige Zelle sich darstellen, während die selten verklebten Fortsätze seitlich hervorragen und insgesammt auf die eine Zelle bezogen werden. So oft es mir gelungen ist, solche Zellen um ihre Längsaxe zu rollen, überzeugte ich mich von der Richtigkeit meiner Ansicht.

Von den unendlich vielen an Chromsäurepräparaten zu beobachtenden Formen der Zellen will ich nur noch die Spindelform erwähnen, weil derselben von Billroth[2]) und Fixen[3]) eine besondere Bedeutung beigelegt wird. Sie soll nämlich nach der Ansicht beider Forscher die tiefere Lage des, wie sie annehmen, geschichteten Epithels bilden. Bill-

1) A. a. O.
2) A. a. O.
3) A. a. O.

roth betrachtet sie als jüngere oder Ersatzzelle, welche aus dem Bindegewebe heraus zwischen den Fortsätzen der oberen Zellen hervorwachsen und allmälig zwischen die letzteren sich einschieben soll. Dass man solche Zellen bei Chromsäure- und auch anderen Präparaten zu sehen bekommt, unterliegt keinem Zweifel; ich habe mich aber nicht überzeugen können, dass sie im normalen Zustande constant vorkommen, vielmehr hielt ich sie meist für geschrumpfte Zellen, welche sich in Folge ihrer Lage zum Beobachter als Spindelzellen darstellten.

Sehr oft ist es mir gelungen nachzuweisen, dass selbst Zellen mit sehr breiter freier Endfläche in Folge eigenthümlicher Lagerung wie Spindelzellen aussehen können. Häufig jedoch behielten manche trotz des Rollens die Spindelform bei, ihr oberes Ende war aber dann abgestumpft. Den von Fixen[1]) beobachteten Zusammenhang der Spindelzellen mit Fortsätzen von Cylinderzellen konnte ich durch Rollen der Objecte stets als eine optische Täuschung nachweisen; entweder lagen zwei Zellen zufällig so nebeneinander, dass die eine spindelförmig aussehende den Fortsatz der anderen berührte, oder von zwei fester zusammenhängenden Zellen erschien die eine vermöge ihrer Lage als Spindelzelle.

Das Epithel wird aus zwei Gründen für ein geschichtetes gehalten, einmal weil die Zellen der Papillen seitlich schräg aufsitzen, sich dachziegelförmig decken und dadurch sehr oft täuschende Bilder von geschichtetem Epithel zu Wege bringen, andererseits weil, wie schon erwähnt, unter Umständen nach Loslösung der ganzen Epithelialschicht einzelne Zellen an den Papillen fester hängen bleiben, sich enger an dieselben anschmiegen und somit als untere Zellenschicht sich darstellen; oft hat es sogar den Anschein, als ob sie mit ihren Fortsätzen zwischen den Fasern des Substrates hervorgewachsen wären. Fixen[2]) hat übrigens das geschichtete Epithel nicht allen Papillen vindicirt; bei den ganz schmalen

---

1) A. a. O. S. 34.

2) A. a. O. S. 33.

nervenlosen Papillen nimmt er auch einschichtiges Epithel an. Ich habe verschiedene Beobachtungen gemacht, welche gegen die Schichtung sprechen. Erstens fand ich an Querschnitten von Chromsäure- und getrockneten (Holzessig-) Präparaten, und zwar an den breiten Papillen, in den Drüsen und am unteren Theile der schmalen Papillen, nur eine einfache Schicht von Epithel; es lässt sich dies sehr gut constatiren, wenn man an feinen durchsichtigen Schnittchen die Zellen und besonders den Kern hervortreten lässt, z. B. durch Jodtinctur oder noch besser durch Carminlösung; man sieht da nur Zelle neben Zelle, freilich in sehr schräger Richtung dem Substrate aufsitzend; die Kerne meist sehr schön in einer einfachen Lage, in gleichen Entfernungen von einander und vom Substrat, liegen im unteren Theile der Zellen. Der obere Theil der schmalen Papillen lässt sich selten so schön vom Messer durchschneiden, dass man auch hier den Ansatz der Zellen deutlich beobachten könnte. Um mich daher auch von der einfachen Epithelialschicht am Ende der schmalen Papillen zu überzeugen, suchte ich nach anderen Methoden, und es ist mir auch in der That an frischen Chromsäurepräparaten oder einfach in Salzlösung macerirten Zungen gelungen zu beobachten, wie, bei leichtem Drucke des Deckgläschens auf zarte Schnitte, das Epithel im Zusammenhange, in Form einer Kappe, von dem vollkommen scharf begrenzten Substrat der Papillen sich ablöste und aus einer einfachen Zellenschicht bestehend sich erwies. Die Art und Weise, wie die Zellen in schräger Richtung an der Papille befestigt gewesen waren, konnte man dabei deutlich erkennen. Diese Verhältnisse, so wie der Umstand, dass man an allen Theilen der Schleimhaut, von denen gute Querschnitte angefertigt werden können, eine durch deutliche, scharfe Contouren markirte Grenze des Substrates gegen das Epithel vorfindet, bieten ziemlich sprechende Beweise gegen die Annahme eines Hervorwachsens der Zellen aus dem Substrate.

Die auf der Endfläche der nervenhaltigen Papillen sich findenden Zellen beschreibt Billroth in seiner ersten Ab-

handlung[1]) als einfache, cilientragende, mit einem längeren Fortsatz, der in ein kleines Knöpfchen ausgeht, und einem dunkeln Inhalt versehene, wie eine Krone der Papillen aufsitzende, schwer von einander zu isolirende Cylinderzellen. In seiner zweiten Abhandlung[2]) erkennt er an, dass sie cilienlos sind, doch ist ihre Gestalt eine ganz andere; „sie haben eine längliche Form und einen den Zellkörper fast allein ausfüllenden Kern. Nach der freien Fläche zu besitzen sie entweder verästelte, an ihrem Ende leicht geknöpfte Fäden, theils stäbchenartige Körper, theils trichterartige membranöse Aufsätze; nach der Papille zu haben sie einen Fortsatz, der in ein verästeltes, zaseriges, wurzelähnliches Gewebe ausgeht, durch welches die Zellen mit einander in Verbindung stehen und fest aneinander gehalten werden, und vermöge deren sie an der Papillaroberfläche fest adhäriren." Billroth nimmt an, dass die verschiedenen Formen dieser Zellen Derivate einer nicht näher zu bestimmenden Grundform sind.

Nach meinen Untersuchungen muss ich mich für die erste Beschreibung der Zellen erklären, obschon ich auch die letztbeschriebenen Formen gesehen habe. Dass diese Zellen sehr fest am Substrat haften und nach Behandlung mit Chromsäurelösung oder nach einfacher Maceration in ihrer Gesammtheit von der Papillaroberfläche sich ablösen, ferner dass sie auch unter einander fester zusammenhängen, lässt sich leicht beobachten. Aber davon habe ich mich nicht überzeugen können, dass nach ihrer Entfernung von der Papille die Endfläche derselben ein faseriges zerrissenes Aussehen zeige; im Gegentheil, der Saum des bindegewebigen Substrates war, wie schon erwähnt, gegen das Epithel hin durch eine scharfe Contour begrenzt, sowohl an Chromsäurepräparaten, wo die Papillaroberfläche allerdings zuweilen rauher als an einfach macerirten Zungen, aber keineswegs faserig zerspalten erscheint. Häufig hatte ich Gelegenheit zu beobachten, dass die von einem so scharf begrenzten Sub-

1) In Göschen's „Deutscher Klinik" 1857. No. 21.
2) Müller's Archiv, 1858, S. 176.

strat losgelösten Zellen mit ihren oberen Theilen unter einander fest zusammenhingen, ihre Fortsätze dagegen einfach und frei hervorragten und kein verästeltes wurzelähnliches Gewebe bildeten.

Es hat seine Schwierigkeiten, die Zellen isolirt zur Beobachtung zu erhalten, weil sie getrennt vom Convolut sich unter die Zellen der anderen Schleimhauttheile mischen und alsdann schwer herauszufinden sind. Um mich vor Täuschungen zu schützen, habe ich die Zellen der Endfläche der breiten Papillen nur dann genauer untersucht, wenn sie von einander isolirt, aber in ganzen Haufen zusammen liegen geblieben und mit anderen Zellen nicht gemischt waren. Sie unterscheiden sich in ihrer Form nicht wesentlich von den gewöhnlichen Cylinderzellen der Rachen- oder Nasenschleimhaut des Frosches; sie sind indessen bedeutend schmaler als die übrigen Zellen der Zungenoberfläche, haben einen feiner granulirten Inhalt, einen kleineren Kern, einen schmaleren und längeren Fortsatz; ihr freies, wenig breiteres Ende ist ziemlich gerade abgeschnitten (während jene ein vorgewölbtes, sehr breites Ende besitzen). Der Kern verrückt sich zwar auch in ihnen und tritt selbst ganz aus der Zelle heraus, doch selten findet er sich tief unten im Fortsatz; er hat einen mehr homogenen Inhalt und zeigt auch die von Billroth[1]) für eine Folge der Quellung gehaltene Erscheinung, indem er häufig aussieht, als ob sich ein helles Bläschen von dem stärker lichtbrechenden gelblichen Kerne abhebe; ich halte diese Erscheinung für eine Folge der Gerinnung, indem sich in dem ovalen Kerne ein festerer Theil von einem flüssigeren Theile scheidet und als Niederschlag an der einen (gewöhnlich der unteren) Seitenwand des Kernes ablagert, so dass ein halbmondförmiger dunklerer Theil den eigentlichen Kern zu bilden scheint, während der hellere Theil des Kernes wie ein sich abhebendes Bläschen sich darstellt. Eine gleiche Erscheinung beobachtet man zuweilen auch an Cylinderzellen von anderen Schleimhäuten, beson-

---

1) Müller's Archiv, 1858, S. 171.

ders denen der Regio olfactoria von Säugethieren und vom Frosch. Die von Billroth[1]) beschriebenen verschiedenen Formen des oberen Theiles der Zellen rühren entweder von Beobachtungen an Zellen der anderen Theile der Zungenoberfläche, deren oberes Ende nach Behandlung mit Chromsäurelösung sehr stark schrumpft, sich in Längsfalten legt und so das Bild faltiger Trichter oder feiner Fortsätze giebt, wie ich es öfter gesehen; oder es hängen die Zellen mit ihren mittleren Theilen fest an einander, decken sich dort, während die oberen und unteren Enden seitlich hervorragen, und erscheinen auf diese Weise als eine oben und unten gespaltene Zelle. Aehnliche Verhältnisse habe ich schon an den Zellen der Nasenschleimhaut beobachtet und in meiner Dissertation[2]) beschrieben. Auch bei den eben besprochenen Zellenformen habe ich die Methode des Rollens unter dem Deckgläschen mit Erfolg angewendet, um die Täuschung nachzuweisen. Ich wiederhole es hier abermals, dass durch die Einwirkung der Chromsäure die Zellenformen auf die mannichfaltigste Weise verändert und die merkwürdigsten Täuschungen herbeigeführt werden. Die einfache Maceration der Zunge in Wasser ergab mir viel weniger Formverschiedenheiten der Zellen, sobald ich aber zu denselben Jodlösung hinzusetzte, so schrumpften sie stark zusammen und erhielten die wunderlichsten Formen. — Die Zellen der Endfläche der breiten Papillen markiren sich schon bei frischen Präparaten als durch eine bestimmte Grenze vom Substrat geschieden.

Die Zellen der unteren Zungenfläche unterscheiden sich von denen der übrigen Mundschleimhaut nicht. Sie sind einfach, nicht geschichtet, mit Cilien versehen, bedeutend länger, als die auf den schmalen Papillen, mit einfachem Fortsatz; doch treten auch hier nach Chromsäurebehandlung die verschiedensten Formen zum Vorschein, z. B. gespaltene oder lange dünne Fortsätze u. s. w.

F. Auf das Studium der *Drüsen* habe ich nur wenig

1) Müller's Archiv 1858, S. 176.

2) A. a. O.

Fleiss verwendet. Es sind längliche, mit Cylinderepithel, wie es auf den schmalen Papillen vorkommt, ausgekleidete Säcke, die theilweise bis dicht an die quere Muskelschicht herabreichen, unten etwas breiter sind als oben, und mehrfache, kürzere Nebensäcke besitzen. Die Epithelien kann man theilweise auf Querschnitten der Zunge studiren, theils an in Wasser oder Chromsäurelösung macerirten Zungen, wo auf leisen Druck mittelst des Deckgläschens die Zellen insgesammt heraustreten. Die kreisförmigen Ausführungsöffnungen der Drüsen liegen zwischen den Basen der Papillen. —

Die *Resultate* meiner Untersuchung an der Froschzunge sind also im Wesentlichen folgende:

Es giebt an der oberen Fläche der Froschzunge zwei Arten von Papillen, breite oder nervenhaltige und schmale oder nervenlose. Die ersteren sind die wahren Organe des Geschmacks, sie enthalten ein dünnes Nervenstämmchen, das aus einfach contourirten Fasern besteht. Diese Fasern endigen einfach blind und zwar innerhalb des Substrates dicht unterhalb der Anheftungsstelle des Epithels am freien Ende der Papille. Das Epithel oberhalb des Nervenendes hat eine andere Beschaffenheit, als das auf den Seitenflächen der breiten und auf allen schmalen Papillen befindliche; es besteht aus schmalen, langen, cilienlosen Cylinderzellen, die mit einem einfachen spitz zulaufenden Ende dem Substrate angeheftet sind. Um diese Zellen herum findet sich das gewöhnliche Epithel der Zungenoberfläche, jedoch besitzt dasselbe bedeutend längere Cilien, als das der schmalen Papillen. — Zwischen den Bindegewebskörpern und dem Epithel der schmalen Papillen lässt sich ein innigerer Zusammenhang nicht nachweisen. — Die zur Zungenoberfläche emporsteigenden Muskelfasern theilen sich vielfach, verschmälern sich bedeutend und bilden zuletzt ganz feine Fäserchen, in denen kernartige Bildungen enthalten sind; dieselben sind aber nicht identisch mit Bindegewebskörpern, sondern gehören der contractilen Substanz an, aus der auch noch die feinsten Fäserchen bestehen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch die Froschzunge.

A. Schmale Papillen in ihrem normalen Zustande.

B. Eine schmale Papille durchschnitten, um die Anheftungsweise des Epithels zu zeigen.

E. Eine breite Papille im normalen Zustande und in einem mehr schematisch gehaltenen Durchschnitte. — a. Die cilienlosen, dunkleren Zellen der Endfläche, mehr cylindrisch. — b b. Durchschnitt des Kranzes von gewöhnlichen Zellen der Zungenoberfläche, welcher die cilienlosen Zellen begrenzt; die Zellen sind ausgezeichnet durch die langen Cilien. — b. Zellen der Seitenwände der breiten Papillen, welche dieselben kurzen Cilien besitzen, wie das Epithel der schmalen Papillen. — d. Gefässkranz um das Nervenende (e) — f. Muskelfaserenden.

G. G. G. Drüsenschläuche mit seitlichen Ausbuchtungen.

H. Musculus transversus, aus welchem zahlreiche Fasern zwischen die Drüsen emporsteigen, sich einfach theilen, zuspitzen und in sehr dünne Fasern auslaufen, die den Bindegewebskörpern ähnliche Kerne enthalten. Die dazwischen gelegenen zahlreichen, eigentlichen Bindegewebskörper (h) stellen mit ihren Fortsätzen scheinbar ein Fasernetz dar.

I. Querschnitt des längsverlaufenden Muskels, aus welchem bei (i) gleichfalls Fasern zur Oberfläche abgehen.

K. Untere quere Muskelschicht.

L. Substrat der Schleimhaut an der unteren Zungenfläche.

M. Flimmerepithel derselben.

Fig. 2.

C. Eine schmale Papille nach längerer Behandlung mit Chromsäurelösung, stark geschrumpft; das Epithel theilweise verloren gegangen, theilweise zusammengeschrumpft, das Ganze stellt sich so dar, als ob aus dem scheinbar faserigen Substrat spindelförmige und darüber cylindrische Zellen hervorwachsen.

Fig. 3.

D. Eine schmale Papille ohne Epithel nach Maceration in destillirtem Wasser.

F. Eine breite Papille nach Befreiung des Epithels durch Maceration. Man sieht die nach verschiedenen Seiten zerstreuten Nervenenden und einige Muskelfaserenden. — d. e. f. wie in Fig. 1.

G. Durchschnittener Drüsenschlauch.

Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien.

Von

N. Lieberkühn.

(Hierzu Taf. IX., X. und XI.)

(Fortsetzung und Schluss der Abhandlung S. 353.)

Kieselschwämme.

Als eine besondere Abtheilung der Schwämme sind die Clionen von Grant aufgestellt, weil er bewegliche Fäden an den Ausströmungsröhren derselben beobachtet haben wollte (Edinb. New philosoph. Journal 1826 p. 78). Bowerbank hat diese Fäden nicht wiederfinden können und ist der Ansicht, dass Grant zufällig auf dem Schwamm vorhandene Polypen für etwas demselben Wesentliches gehalten habe. Johnston stellt die Clionen fraglich zu den Halichondrien. Albany Hancock hält die Gattung Clione aufrecht wegen der ungewöhnlichen Contractilität ihres Gewebes und wegen ihres Vorkommens, indem sie Höhlen von Kalksteinen und Muschel- und Schneckenschalen bewohnt. Die Zahl der Arten ist sehr gross; allein auf *Tridacna gigas* sind ihrer 12 beobachtet. An der Küste von Northumberland fand Hancock auf grossen Strecken die Oberfläche fast jedes in der Nähe der Ebbelinie befindlichen Kalksteines von den Clionen siebartig durchlöchert und zahllose Muscheln damit angefüllt. Die von verschiedenen Arten bewohnten Kammern haben eine verschiedene Gestalt. Früher hat man geglaubt, dass die von Schwämmen bewohnten Löcher von Würmern herrührten; Grant sagt wenigstens, dass die Clionen die vorgefundenen Höhlen nur erweitern. Hancock ist der Ansicht, dass sie dieselben von Anfang an selbst bohren, weil die Würmer und andere bohrende Thiere niemals so gestaltete

Höhlen bewohnen und die Clionen letztere stets ganz ausfüllen.

Ich beobachtete eine Clione lebend an Schalen von *Ostrea edulis* bei Helgoland; es ist wahrscheinlich *Clione celata* von Grant, doch lässt es sich nicht ganz sicher feststellen, da Grant die Form der Nadeln nicht hinreichend beschrieben hat. Ich werde sie *Clione celata* nennen. Sie bewohnt sowohl die Schalen lebender Austern, als auch leere; im ersteren Falle ragen auf der äusseren Oberfläche der Schale viele kegelförmige und cylindrische, an ihrer Spitze geschlossene oder offene Stücke des Schwammes ungefähr eine Linie weit hervor. Bricht man die Schale auf, so findet man häufig die innere Seite von kleinen grünlichen, bräunlichen Höckern besetzt, die bisweilen selbst die Form von Perlen annehmen und Perlmutterglanz zeigen; schabt man solche Höcker allmälig ab, so stösst man bald auf spitze Fortsätze des Körpers der Clione, welche sich nicht selten durch das Innere der ganzen Schale hindurch erstreckt und die oben erwähnten kegelförmigen und cylindrischen Hervorragungen nach aussen abgiebt. In anderen Fällen hängt nicht die Schwammsubstanz zusammen, sondern bildet Inseln und sind dann jedenfalls mehrere Individuen in einer Schale vorhanden. In leeren Austerschalen ist sowohl die äussere als die innere Seite durchlöchert und die kegelförmigen Fortsätze ragen nach innen und aussen hervor. Es ist unzweifelhaft, dass die Clionen mit einem Theile ihres Körpers in von Würmern erzeugte Höhlen eindringen; ich sah zu wiederholten Malen auf der Austerschale befindliche Serpula-Kalkröhren von den in der Austerschale lebenden Clionen ausgefüllt und die Wände derselben wiederum von den Clionen durchbohrt.

Den ganzen Körper der Clione kann man beobachten, wenn man die Austerschale in verdünnter Salpetersäure auflöst und die in geringer Menge zurückbleibenden ungelösten organischen Bestandtheile vorsichtig von der Clione ablöst. Sie ist von intensiv gelber Farbe und stellt ein nach den verschiedensten Richtungen hin sich verästelndes Netzwerk dar, dessen einzelne Parenchymbalken eine sehr verschiedene

Dicke und Gestalt haben. Die über die Oberfläche der Austerschale hervorragenden Röhren communiciren mit den durch den ganzen Körper hindurchgehenden stärkeren oder schwächeren Höhlen und zeigen, wenn man sie abschneidet und von innen her betrachtet, meist einen ringförmigen Wulst, der in gleichem Abstande die Oeffnung umgiebt. Taf. X. Fig. 5.

Wenn man das Körperparenchym zerfasert, so erhält man zellige Gebilde mit mehr oder weniger stark lichtbrechenden Körnchen im Inneren, ferner äusserst kleine, körnchenlose, durchsichtige Schwammstücke und endlich dergleichen von stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt; erstere zeigen auch bisweilen einen Kern. Bewegungserscheinungen kommen bei ihnen vor, wie bei den Spongillen. Die mit einem Wimperhaare versehenen Wimperzellen verlieren rasch ihre Bewegungsfähigkeit. Die Nadeln sind an dem einen Ende geknöpft, öfter geht auch über den Knopf noch eine sehr kurze Spitze hinaus, äusserst selten kommt auch ein mal eine Anschwellung in der Mitte der Nadel vor, vergleiche Fig. 6.

Contractionserscheinungen beobachtet man an den frei hervorragenden Röhren, an denen ich auch einige Male Wasserausströmungen sah. Bei Berührung der Ausströmungsröhren mittelst einer Nadel ziehen sie sich langsam unter das Niveau der Austerschale zurück und schliessen sich die Oeffnungen, was öfter direct sichtbar ist. Lässt man die Austerschale nun ruhig einige Zeit im Wasser liegen, so treten die Röhren wieder hervor und öffnen sich; an manchen erhebt sich noch rings herum ein durchsichtiger über eine halbe Linie hoher dünner Saum.

Eine andere Form der Kieselschwämme fand ich ebenfalls bei Helgoland an der unteren Fläche von Steinen, die während der Ebbe ausser Wasser lagen. Es sind mehrere Quadratzoll breite und bis drei Linien dicke Halichondrien von brauner Farbe. Ich werde sie *Halichondria aspera* nennen. Auf der ganzen Oberfläche finden sich in Abständen von 2 bis 3 Linien die Ausströmungslöcher, in welche wieder meist mehrere Canäle ausmünden. Ausser diesen erscheinen zahllose kleine, nach oben mit blossem Auge sicht-

bare, Löcher unter der Oberfläche der äusseren Haut. Mit Hülfe der Lupe entdeckt man spitzige Hervorragungen auf dem ganzen Schwamme, freie Endigungen des Nadelgerüstes. Das Netzwerk bildet fast regelmässige Quadrate und besteht aus glatten Hornfasern, die so dünn sind, dass man sie nur mit Hülfe der Lupe deutlich erkennen kann. Bei starken Vergrösserungen bemerkt man innerhalb der Hornfasern äusserst feine, an beiden Enden zugespitzte, in der Mitte mit einer ovalen Anschwellung versehene Kieselnadeln, vergleiche Taf. X. Fig. 7, die zu 10, oder in geringerer Anzahl bei dünneren Fasern, neben einander liegen und mit der Längsachse meist in die Längsrichtung der Fasern fallen; nur bisweilen ragt eine querliegende etwas über das Niveau des Fadens heraus. Die Hornsubstanz löst sich beim Zerfasern bisweilen in einzelnen durchsichtigen Lamellen ab, die in manchen Fällen eine leichte Längsstreifung zeigen; nicht selten dehnt sich die Hornfaser dabei auch plötzlich um das Vielfache ihrer Dicke an den abgerissenen Enden aus, unter Bildung einer umfangreichen Höhle. Manche Fasern haben auch eine feine Querrunzelung.

Merkwürdig ist das Verhalten der Hornsubstanz gegen eine durch den Schwamm verbreitete Alge, welche Herr Dr. Pringsheim als eine *Polysiphonia* bestimmte. Die Hornmasse überzieht theils mit, theils ohne Nadeln die Algenfäden ringsum, oder sie bedeckt nur einen Theil des Fadens in äusserst dünner Lage und zwar dann meist ohne Ablagerung von Nadeln, und lässt den übrigen Theil desselben frei, so dass er gleichsam in einer Rinne von Hornsubstanz liegt. Die Algenfäden wachsen hier jedenfalls nicht in die Hornsubstanz hinein, sondern letztere wird auf die Fäden abgelagert. Die Verzweigungsart der Alge ist nämlich ganz abweichend von der Verästelungsweise der Hornsubstanz und ist innerhalb des Schwammes unverändert, so dass die Hornsubstanz das Charakteristische ihrer Verzweigung verliert und sich nach der der Alge richtet. Die eben beschriebene *Halichondria* ist leicht bestimmbar durch die Feinheit der Hornfäden und die Form der darin enthaltenen Nadeln.

Die bei Helgoland verbreitetste *Halichondria* kommt an Steinen, an Fucusblättern in Form eines grauen Ueberzuges bis zu mehreren Zoll im Durchmesser vor und hat keine bestimmte Gestalt, dieselbe richtet sich vielmehr nach den Gegenständen, auf denen der Schwamm lebt; sie ist platt auf Steinen, baumförmig verzweigt auf Algen.

Auf der Oberfläche grösserer Stücke sieht man sich verästelnde öfter bis zu einer halben Linie breite Streifen, die an einer Stelle zusammenlaufen, welche unter Wasser sich als die Ausflussröhre erweist. Die Streifen sind Canäle, welche zu ihr hinlaufen und durch die äussere Haut hindurchschimmern. Die Ausflussröhre fand ich bis zu einer Linie lang und einer halben Linie dick. Sie ist, wie bei den Spongillen, eine Fortsetzung der äusseren Haut und eben so wie hier contractil. Bei Betrachtung mit einer starken Lupe erscheint auf der Oberfläche ein feines Netzwerk, dessen Maschen sich an Grösse an den verschiedensten Stellen ziemlich gleich bleiben. Dasselbe kommt zu Stande durch die Anordnung der Kieselnadeln und ist charakteristisch für diese Art. Die Ausströmungs- und Einströmungserscheinungen sind dieselben wie bei den Spongillen. Beim Zerfasern des Schwammes finden sich die gewöhnlichen Wimperzellen und grössere und kleinere Stücke Substanz mit den bekannten Bewegungserscheinungen. Die Nadeln sind an beiden Enden gleichmässig zugespitzt, vergleiche Taf. K. Fig. 8.; verbindende Hornsubstanz fand ich nicht vor. Diese Art mag *Halichondria reticulata* heissen.

Während meines Aufenthaltes in Triest im verflossenen Herbst beobachtete ich 8 Arten Kieselschwämme, die sämmtlich von Fischern aus grösseren Tiefen des Meeres mit dem Netze heraufgebracht worden waren. Nur 3 Arten liessen sich mit Sicherheit nach den vorhandenen Werken bestimmen, die übrigen mögen wohl auch bereits beschrieben sein, jedoch nicht hinreichend, um die Identität festzustellen, indem genauere Angaben über die Form und Grösse der Kie-

selnadeln fehlen, woraus hier allein die Feststellung der Art mit voller Sicherheit geschieht.

1. *Alcyonium domuncula* Olivi, *Lithumena domuncula* Renier, sive *Alcyonium compactum*, *Pomo di mare* der Fischer. Diese *Halichondria* (*H. compacta* Lbkn.) überzieht die Schalen von *Buccinum*, *Murex*-Arten und bildet kuglige, eiförmige oder schneckenhausförmige mennigrothe Massen, die eine ganz platte Oberfläche mit einem oder mehrere bis zu 2 Linien im Durchmesser haltenden Löchern haben. In den Schneckenhäusern lebt in der Regel *Pagurus callidus*. Das Schneckenhaus kann ganz und gar zu Grunde gehen, der Krebs lebt dann innerhalb des Schwammes in einer jenem congruenten Höhle; bisweilen findet sich nur noch der untere Theil des Gehäuses im Inneren der Spongie vor. Auf Durchschnitten finden sich Andeutungen von Canälen vor, die den Körper durchziehen und in die oben erwähnten Löcher auslaufen. Olivi hat hier schon Wasserausströmung beobachtet, es könnte diese jedoch von jungen Krebsen herrühren, welche oft in grossen Mengen innerhalb des Röhrensystems vorkommen. Die Weichtheile zeigen beim Zerfasern nichts Abweichendes; Wimperzellen waren nicht zu sehen. Die Nadeln sind stecknadelförmig, bisweilen geht über den Knopf noch ein kleiner Fortsatz hinaus; in einigen Fällen sah man eine schmale cylindrische Höhle, die sich am Knopf kugelförmig ausbreitete, durch die ganze Länge der Nadel verlaufen. Die Nadeln sind nicht durch die in Ammoniak unlösliche Hornsubstanz mit einander verbunden; wenn man ein Stück dieses Schwammes längere Zeit in Ammoniak liegen lässt, bleiben schliesslich nur die Nadeln übrig.

2. Diese Art bildet über fingerdicke Aeste, die dicht an einander hinlaufen und vielfach durch dicke Verbindungsstücke zusammenhängen. Die Oberfläche des Schwammes ist sehr uneben, voller Vertiefungen von verschiedener Form und Grösse und meist so angeordnet, dass der Schwamm wabenförmig erscheint. Die Farbe ist schmutzig rosenroth. Die Nadelzüge bestehen aus vielen nebeneinanderliegenden Nadeln von zweierlei Form; die eine ist an dem einen Ende

einfach abgestumpft ohne knopfförmige Anschwellung, an dem anderen zugespitzt, meist etwas gekrümmt und mit kleinen Höckern versehen. Die andere ist gerade und an beiden Enden plötzlich zugespitzt; ausserdem kommen sehr kleine nahezu halbkreisförmige oder S förmig gekrümmte Kieselformen darin vor, vergl. Taf. XI. Fig. 2. Verbindende Hornsubstanz fand ich nicht. Ich nenne diesen Schwamm *Halichondria rosacea.*

3. Die dritte Art bildet in den grössten Exemplaren Ringe von etwa einem Fuss im Durchmesser; die Substanz des Ringes ist über $^1/_4$ Fuss breit; sie bildet keine solide Masse, sondern besteht aus Aesten von nicht $^1/_4$ Zoll Dicke, mit vielfachen Querverbindungen. Farbe: rothgelb. Die Nadeln sind an dem einen Ende zugespitzt und an dem anderen etwas angeschwollen und von Hornsubstanz allseitig eingeschlossen; die Fasern des Netzwerkes sind eben mit blossen Augen sichtbar, die Maschen länglich viereckig; vgl. T. XI. Fig. 3. Ich nenne diese Art *Halichondria corona.*

4. *Lithumena lobata Renier*, orangeroth, Oberfläche glatt ohne Nadelhervorragung. Ist eine *Halichondria.* Grosse stecknadelförmige Nadeln meist mit kleinem Höcker an der oberen Seite des Kopfes. Hornsubstanz wurde nicht vorgefunden. Die Nadeln des Netzwerks liegen dichtgedrängt in grossen Mengen aneinander. Ausströmungslöcher wurden nicht vorgefunden, vergl. Taf. XI. Fig. 4.

5. Unregelmässige über faustgrosse Stücke von hellgelber Farbe. Die Oberfläche glatt, die Nadeln liegen in verschieden dicken Bündeln bei einander und sind an dem einen Ende knopfförmig angeschwollen, oft mit einer Höhlung der ganzen Länge nach versehen; vergl. Taf. XI. Fig. 5. Ich nenne diese *Halichondria H. flava.*

6. *Spongia anhelans Vio.*, ist ebenfalls eine *Halichondria.* Bildet unregelmässige Massen, die häufig kurze, mehr als fingerdicke, oben abgerundete Aeste haben. Die Farbe ist im frischen Zustande dunkelblau. Die Nadeln sind cylindrisch, meist etwas gekrümmt, an dem einen Ende einfach abgestumpft, an dem anderen zugespitzt, ausserdem finden sich viele an bei-

den Enden zugespitzte äusserst feine Nadeln. T. XI. Fig. 6. Hornsubstanz wurde nicht vorgefunden.

7. *Spongia fasciculata* Pallas, *Halichondria fasciculata* (Lbkn.), lebend korallenroth. Unregelmässige Massen mit vielen kurzen und längeren Aesten versehen, die fast sämmtlich an der Spitze oder dicht dabei ein bis zu einer halben Linie messendes Ausströmungsloch haben. Die Nadeln des Gerüstes sind cylindrisch und an beiden Enden ziemlich plötzlich zugespitzt, bisweilen mit kleinen Höckern auf der Oberfläche versehen; um die Ausströmungsöffnungen herum liegen in der Regel an dem einen Ende abgestumpfte und mit einigen Höckern versehene Nadeln. T. XI. Fig. 7.

8. *Tethyum* ist von jeher als besondere Gattung der Kieselschwämme aufgestellt worden wegen der Anordnung der Nadeln, welche sich von einem Punkte im Innern des Körpers, dem sogenannten Nucleus, aus strahlenförmig in Bündeln nach der Oberfläche ausbreiten, und ferner wegen der starken Hülle, von welcher der Körper eingeschlossen wird. Ein von mir in Triest untersuchtes Exemplar war etwa nahezu kugelförmig und hatte ungefähr 1½ Zoll im Durchmesser. Die Oberfläche ist durch regelmässige Vielecke und Kreise von 2 bis 3 Linien im grössten Durchmesser charakterisirt. Es sind dies die grossen Nadelbündel, deren Enden hier hervorragen; ein jedes ist von einem äusserst schmalen gelblichen Saum umgeben, der durch ein eigenthümliches Gewebe erzeugt ist, welches die Nadelbündel umschliesst. An einzelnen Stellen ragen statt der Nadelbündel Zotten hervor, welche an ihrer Basis den Durchmesser der Vielecke haben und entweder spitz auslaufen oder am Ende kugelig angeschwollen sind und bis zu zwei Linien lang werden können. An einigen in Spiritus aufbewahrten Exemplaren des hiesigen Museums ist die ganze Oberfläche zottig, an anderen ist sie glatt, und man sieht nur die durch die gelblichen Säume begrenzten Vielecke. Die Zotten sind nichts Anderes als hervorgeschobene contractile Zellenmasse, in welche auch Nadeln eindringen können. Beim Durchschneiden des Exemplars zeigte sich sogleich ein Unterschied zwi-

schen dem die Nadelbündel einschliessenden Gewebe der etwa 2 Linien dicken äusseren Körperschicht und dem inneren; letzteres ist nämlich ockergelb, sehr leicht zerreisslich und besteht aus kleinen hellen zelligen Gebilden ohne deutlichen Kern, welche den gewöhnlichen Schwammzellen entsprechen; ersteres ist dagegen fast farblos, schwer zerreisslich und weicht von den bekannten Geweben der Schwämme ganz ab. Es hat nämlich, bei starker Vergrösserung betrachtet, ein faseriges Ansehen; die Fasern sind rund und öfter kaum $^1/_{400}$ Linie dick, an manchen Stellen aber erheblich dicker und dann von kleinen stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, hin und wieder gewunden und dicht gedrängt bei einander verlaufend. Man glaubt beinahe, es mit der sogenannten organischen Muskelfaser der höheren Thiere zu thun zu haben, die Anschwellungen könnten Zellenkerne bedeuten; ihre wirkliche Bedeutung dürfte wohl nur durch die Entwicklungsgeschichte festgestellt werden können. An einzelnen Stellen fanden sich dicht unter der Rinde und auch noch in dieselbe eindringend weissliche Flecke, die mit blossem Auge leicht zu erkennen waren und Zellen enthielten, die von vielen dunklen Körnern erfüllt waren und einen hellen Fleck in der Mitte zeigten; bei Behandlung mit Essigsäure verschwanden die stark lichtbrechenden Körnchen und der helle Fleck erwies sich deutlich als Kern mit Kernkörperchen. Sollte hier vielleicht die Bildung der Gemmulae vor sich gehen, ähnlich wie bei den Spongillen? Die Nadeln gehen strahlenförmig von einem Punkt ziemlich in der Mitte des Körpers aus und werden die Bündel nach der Oberfläche zu immer dicker; wo die Rindenschicht beginnt, sind sie von dem oben beschriebenen Gewebe fest umschlossen. Beim Glühen im Platintiegel verschwindet letzteres und die oberen Enden der Nadelbündel treten als die Vielecke hervor. Bei kleineren Exemplaren kann man hingegen die Nadelbündel herausreissen und bleibt dann jenes Gewebe in Form eines grobmaschigen Netzes zurück. Die vorher erwähnten Zotten sind jedenfalls nur eigenthümliche Contractionszustände des *Tethyum* und können nicht zur Artbestimmung verwandt wer-

den, wie es wohl geschehen ist. Durch das Innere des Körpers geht ein vielfach verzweigtes Röhrensystem hindurch und mündet in einem etwa 1/2 Linie im Durchmesser haltenden kreisförmigen Ausströmungsloch aus. Ausser den auf Taf. XI. Fig. 9 (die ersten beiden Figuren stellen eine kleinere Nadel bei 500facher. Vergrösserung, die dritte 1/6 der Länge einer grösseren bei derselben Vergrösserung dar) das eigentliche Gerüst bildenden Nadeln, finden sich vorzüglich in der Rindensubstanz sternförmige Kieselgebilde von bedeutender Grösse, vergl. Taf. IX die nicht numerirte Figur, und äusserst kleine Kieselsterne kaum 1/20 so gross. Die beschriebene Art ist Johnston's *Tethyum Lyncurium.*

Von Martens giebt bereits an, dass in den schattigen Canälen von Venedig Spongien in grossen Mengen vorkommen, namentlich an den gegen Norden gekehrten Grundmauern der Häuser, unter den Brücken und auf dem tiefsten Grunde des Canales. Seine Beobachtungen sind ohne Hülfe optischer Instrumente angestellt. Ich füge zur grösseren Sicherheit der Bestimmung die Resultate der mikroskopischen Untersuchung hinzu und zwar von fünf Halichondrien.

1) *Spongia palmata Solander et Ellis*, überzieht als unförmliche Masse Steine, Holz, Muscheln und treibt meist etwas flach gedrückte grau-gelbliche Aeste, die vielfach untereinander zusammenhängen und dann die Form von Hahnenkämmen annehmen. Die runden Ausströmungslöcher sind gewöhnlich von einem hervortretenden Rande umgeben, befinden sich in der Regel an der Spitze der Zweige, und lassen sich die hier ausmündenden Canäle durch die Länge des ganzen Zweiges verfolgen. Die Nadelreihen des Gerüstes bestehen aus zwei oder nur wenigen neben einander liegenden Nadeln und sind nicht in Hornsubstanz eingebettet. Die Kieselnadeln sind sehr klein, meist etwas gebogen und an beiden Enden zugespitzt, vergl. Taf. XI. Fig. 12.

2) *Spongia semitubulosa Lam.* Aus einer unförmlichen Masse steigen drehrunde, zuweilen etwas flach gedrückte,

häufig anastomosirende, seitlich vielfach mit einander verwachsene Zweige hervor, ungefähr von der Dicke eines Federkieles. Die äussere Haut steht oft weit ab und umhüllt den Schwamm wie ein durchsichtiger Sack. Die Ausflussröhren befinden sich häufig am oberen Ende der Zweige, aber auch zuweilen auf der unförmlichen Masse. Die Farbe des Schwammes ist etwas grünlich oder weisslich. Die Nadeln sind an beiden Enden zugespitzt, vgl. die nicht numerirte Nadel auf Taf. XI. Hornsubstanz schliesst die Nadeln nicht ein. Es ist dies die gemeinste Art der venetianischen Schwämme.

3) Eine von v. Martens nicht beschriebene hellgelbe Art, die Massen von einem Fuss Breite und mehre Zoll Höhe bildet und Aeste von verschiedener Form aussendet. Die nicht in Horn eingeschlossenen Nadeln sind an dem einen Ende einfach abgestumpft. In dem Inneren des Körpers fanden sich häufig gelbe noch eben mit blossem Auge sichtbare bewimperte Embryonen vor. Die Wimpern derselben sind sehr lang. Die Zellen dazu waren auch bei starker Vergrösserung wohl wegen der Undurchsichtigkeit des Embryo nicht wahrzunehmen. Im Inneren befanden sich bereits viele kleine Nadeln und stark lichtbrechende Körner, welche sich ganz wie die Keimkörner oder Elementarbläschen der Spongillenembryonen verhalten. Auch unbewimperte, ganz von Keimkörnern erfüllte Körperchen, von der Grösse der Embryonen, wurden beobachtet. Ueber die Nadelform vgl. Taf. XI Fig. 10. Ich nenne diese Art *Halichondria luxurians.*

4) *Spongia Contarenii Martens.* (Bd. II, S. 455) „Stielrunde verzweigte, zuweilen anastomosirende Aeste von $^1/_4$ bis 1 Zoll Durchmesser, welche wie eine Keule verdickt abgerundet enden. Das Gerüst ist ein grobes Netz vielfach anastomosirender derber, harter, milchweisser Fibern, bis zu $^1/_2$ Linie im Durchmesser. Dieses beinerne Gerippe ist mit einer dichten rauhen aschgrauen Haut aussen wie mit Löschpapier überzogen, welche sich nicht selten an den unteren älteren Theilen des bis 1 Fuss hohen Schwammes verliert.“ Das innere Körperparenchym ist von Röhren in verschiedenen Richtungen durchzogen, die ihre Mündungen, die Aus-

strömungslöcher, an nicht bestimmten Stellen besitzen. Das Gerüst besteht aus vielen dicht neben einander gelagerten Nadeln, die, an dem einen Ende zugespitzt, an dem anderen, wohin sie sich meist etwas verdünnen, ein wenig angeschwollen sind, und aus anderen Nadeln, welche an beiden Enden eine nahezu kuglige Anschwellung haben; ausserdem kommen halbkreisförmig gebogene Haken vor, vgl. Taf. XI. Fig. 11.

5) *Spongia velutata Renier*, unförmliche Massen bildend, die bis zu 2 Zoll dicke, oft unter einander verwachsene Aeste ausschicken. Pomeranzengelb. Die Nadeln sind nicht von Hornsubstanz umschlossen und bilden ein unregelmässiges Netzwerk, dessen nur aus Nadelbündeln bestehende Fäden bis zu $^{1}/_{4}$ Linie dick sind. Auch in dieser Halichondrie fand ich Embryonen vor. Sie sind ebenfalls pomeranzengelb, leicht mit blossem Auge sichtbar. Die äussere Körperschicht ist heller als die innere Substanz, in welcher ausser Kieselnadeln und Keimkörnern sich schon ausgebildete contractile Zellen vorfanden. Die Nadelreihen des Gerüstes bestehen aus zwei oder nur wenigen neben einander liegenden Nadeln und sind nicht in Hornsubstanz eingebettet. Die Kieselnadeln sind stecknadelförmig; ausserdem kommen noch S-förmig oder halbkreisförmig gebogene Kieselgebilde vor, vgl. Taf. XI. Fig. 8.

Carter hat neuerdings (Ann. and Mag. of nat. hist. vol. XX p. 21 sq. Taf. I) eine Reihe von Beobachtungen über eine bei Bombay vorkommende Spongille veröffentlicht, durch welche die von mir früher mitgetheilten zum grössten Theil bestätigt werden. Er beschreibt die äussere Haut mit den mikroskopischen Einströmungslöchern, den darunter liegenden Hohlraum, das davon ausgehende, zu den Wimperapparaten führende Canalsystem, die Ausströmungsröhren mit den ausführenden Canälen, die Entwicklung der Kieselnadeln in dem Inneren der Zellen. Er weicht aber darin wesentlich ab, dass die ausführenden Canäle nicht mit den einführenden in di-

rectem Zusammenhang stehen; ferner darin, dass pulsirende Behälter in gewissen Zellen vorkommen, welche ausser den Wimperapparaten die Wasserströmungen bei den Schwämmen bedingen sollen. Ich habe auf diese Punkte von Neuem meine Aufmerksamkeit gerichtet. Dass die einführenden Canäle in die Wimperapparate das aufgesogene Wasser hineinführen, daran zweifelt auch Carter nicht; man sieht leicht mit dem Wasser fortgeführte fremde Körperchen, z. B. Carminkörnchen, aus dem unter der äusseren Haut liegenden Hohlraum zunächst in die zuführenden Canäle und dann in die Wimperapparate eindringen. Wenn man die letzteren eine Zeit lang beobachtet, so bemerkt man bald, dass ein Theil der Körnchen ganz plötzlich aus den Wimperapparaten in mehr oder weniger breite Canäle hinübergeführt wird und aus diesen sogleich durch die Ausströmungsöffnung sich entfernt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass letztere dem ausführenden Canalsystem angehören. Es gelang mir auch, eine aus einem ausgeschnittenen Stücke entwickelte Spongille zu beobachten, welche in den ersten Tagen noch keine einführenden und ausführenden Canäle enthielt. Man sah hier nur und zwar mit vollständiger Deutlichkeit, da das sehr kleine Exemplar bloss ein Paar Nadeln enthielt, die äussere Haut, den unter ihr liegenden grossen Hohlraum, und zwar nach innen von einer zweiten der äusseren fast congruenten inneren Haut begrenzt; von letzterer wurde der durch die Ausströmungsröhre sich nach aussen öffnende Hohlraum umschlossen. In dieser inneren Haut waren etwa 10 Wimperapparate wie kleine Säckchen aufgehängt, die zum grossen Theil in den unter der äusseren Haut gelegenen Hohlraum hineinragten. Durch die Einströmungslöcher aufgenommene Carminkörnchen gelangten zuerst in den unter der äusseren Haut liegenden Hohlraum, von hier sogleich in die Wimperapparate und bald darauf in die innere Höhle und aus dieser wurden sie sofort durch die Ausströmungsöffnung entleert. Nach einigen Tagen hatte sich die innere mit den Wimperapparaten versehene Haut vielfach eingebuchtet und dadurch Canälen ihre Entstehung gegeben, in

deren Wandungen die Wimperapparate liegen. Diese Canäle sind einführende, in soweit sie nach dem unter der äusseren Haut gelegenen Hohlraum hingerichtet sind, und ausführende, in soweit sie dem Bereich des der Ausströmungsröhre zugehörenden Hohlraumes sich zuwenden. Was hier bei den Spongillen nur selten beobachtet wird, ist Norm bei den Syconen; die ausführenden Canäle sind dort durch den grossen Hohlraum repräsentirt, welcher am oberen Ende des Körpers ausmündet; auf geeigneten Durchschnitten einer solchen Kalkspongie sieht man mittelst des Mikroskops, wie oben bereits angeführt worden ist, die Wimperapparate mit einer grossen Oeffnung direct in diesen Hohlraum ausmünden.

Was die Zellen mit den contractilen Behältern betrifft, so habe ich mir vergeblich Mühe gegeben, darüber etwas bei den Süsswasser- und Meerschwämmen aufzufinden. Sollte vielleicht eine Verwechslung mit Amöben stattfinden, die bisweilen in grossen Mengen auf der äusseren Haut der Spongillen sitzen? Einmal sah ich ihrer so viele zwischen dem Glase und der darauf festsitzenden Spongille, dass sie wie eine zur Spongille gehörende Membran erschienen; in vielen dieser Amöben liess sich durch die Spongille hindurch der contractile Behälter erkennen; als einige davon jedoch hervorkrochen, konnte über ihre Amöbennatur kein Zweifel mehr sein.

Es sei hier noch eines eigenthümlichen Contractionszustandes der äusseren Haut erwähnt. Während dieselbe gewöhnlich erheblich vom übrigen Körper absteht, zieht sie sich bisweilen so zusammen, dass sie auf letzterem aufliegt und der unter ihr befindliche Hohlraum fast ganz verschwindet; ganz allmälig dehnt sie sich dann wieder aus und wird dünner und durchsichtiger.

Figurenerklärung.

Taf. IX. Fig. 1. Fasern der 3ten Art der Hornspongien s. S. 365 mit Kalkstückchen und einer Bacillarienschale im Inneren.

Fig. 2. Stück einer Hornfaser von *Spongia tupha* mit Kieselnadelstücken und kleinen Kalktheilchen, nebst Lücken, aus welchen die Kalktheilchen durch Säure entfernt sind.

Fig. 3. Nadeln von *Sycon ciliatum.*

Fig. 4. Nadeln von *Sycon Humboldtii.*

Fig. 5. Ei von *Sycon ciliatum.*

Fig. 6. Eibehälter derselben Art.

Fig. 7, 8 und 9. Embryonen dieser Kalkspongie.

Taf. X. Fig. 1. Hornfasern vom gewöhnlichen, in Spiritus aufbewahrten Badeschwamm mit feiner Längsstreifung und mit concentrischen Streifen auf dem Querschnitt; die untere Faser ist mit Salpetersäure behandelt, wobei eine dünne Hülle zum Vorschein kommt, innerhalb welcher sich stark lichtbrechende zähe Tropfen nebst sehr feinkörniger Substanz vorfinden. Vergrösserung 300fach.

Fig. 2. Hornfaser von *Filifera verrucosa.*

Fig. 3. Aeussere Haut von *Spongia tupha* mit Einströmungslöchern.

Fig. 4. Stück des oberen Endes von *Sycon ciliatum* mit Wimperbehältern und den nadeltragenden Kegeln der Körperoberfläche. Vergr. 100fach.

Fig. 5. Ausströmungsröhre von *Clione celata*, von innen gesehen. Vergr. 9fach.

Fig. 6. Nadeln derselben, Vergr. 500fach.

Fig. 7. Gerüst und Nadel von *Halichondria aspera.*

Fig. 8. Nadeln von *Halichondria reticulata.*

Die Figuren von Taf. XI sind bei 500maliger Vergrösserung gezeichnet und stellen die Nadeln folgender Kieselschwämme dar:

Fig. 1. *Halichondria compacta.*

Fig. 2. *Halichondria rosacea.*

Fig. 3. *Halichondria corona.*

Fig. 4. *Halichondria lobata.*

Fig. 5. *Halichondria flava.*

Fig. 6. *Halichondria anhelans.*

Fig. 7. *Halichondria fasciculata.*

Fig. 8. *Halichondria velutata.*

Fig. 9. *Tethyum Lyncurium.*

Fig. 10. *Halichondria luxurians.*

Fig. 11. *Halichondria Contarenii.*

Fig. 12. *Halichondria palmata.*

Ueber die angeblichen Nervenanastomosen im Stratum nerveum s. vasculosum der Darmschleimhaut.

Von

C. B. Reichert.

Die letzten Jahre haben uns in schneller Aufeinanderfolge eine Reihe mikroskopischer Beobachtungen gebracht, die sich weniger durch eine genaue und vorsichtige Kritik dessen, was unter dem Mikroskop vorlag und aus öfters zu künstlich behandelten Präparaten erschlossen werden durfte, als vielmehr dadurch auszeichneten, dass sie gegen bisherige Vorstellungen über gesetzliche gröbere und feinere Structurverhältnisse ankämpften. Natürlicherweise hat das Paradoxe und Ungewöhnliche seine Wirkung nicht verfehlt; gerade solche Beobachtungen haben, trotz der erhobenen Bedenken und des Widerspruches, sich leicht populär gemacht, sind ohne weitere Kritik begierig in Vorträge und Handbücher aufgenommen und nicht selten zu weit ausgreifenden Hypothesen benutzt worden. Anatomische Beobachtungen und Thatsachen haben sonst immer die Eigenschaft des längeren und festeren Bestandes aufzuweisen gehabt; gar leicht dürfte es zutreffen, wenn die kurze „zweijährige Lebensdauer" auch als Motto an ihre Spitze gegenwärtig gestellt würde.

Von der Beobachtung, die hier zur Besprechung gelangen soll, kann man nicht behaupten, dass dieselbe im Allgemeinen den Charakter des sehr Auffälligen an sich trüge. Schon die alten Anatomen sprachen von zahlreichen Nerven in dem Stratum nerveum der Darmschleimhaut. Niemand kann ferner daran zweifeln, dass in allen Organen Ganglien des sympathischen Nervensystems vorkommen, und dass sicherlich eine grosse Anzahl uns bisher noch unbekannt ge-

blieben ist. Auch hat die neuere Zeit die Thatsache anerkennen müssen, dass Nervenkörper durch Verbindungs- und Commissurfasern in continuirlichem Zusammenhange stehen. Gegen Anastomosen endlich der Nervenfasern in der peripherischen Ausbreitung habe ich mich allerdings und zwar in Grundlage genauer eigener Beobachtungen stets aussprechen müssen; gleichwohl werden dieselben vielseitig angenommen, und bei der Schwierigkeit der Untersuchung darf man doch einen gewissen Spielraum dieser Möglichkeit gestatten. Bis jetzt freilich konnte ich weder in der Cornea, noch in dem Schwanz der Froschlarven, noch in den Muskeln, noch in der Haut und den Sinnesorganen dergleichen Nervenfaseranastomosen mit irgend welcher genügenden Sicherheit auffinden; über die von Kölliker und Max Schultze im elektrischen Organe vorgefundenen Nervenfaseranastomosen erlaube ich mir kein Urtheil, da ich frische Präparate nicht untersucht habe. Von den Nervenplexus in der Darmschleimhaut war es übrigens zweifelhaft, ob dieselben in die Kategorie von Nervenfaseranastomosen in der peripherischen Endigung zu bringen sei; man konnte sie möglicherweise als sympathische Nervencentra der Darmschleimhaut aufnehmen, von welchen aus die peripherischen Nervenfasern nach dem Stratum musculare und glandulare ausstrahlen. Man kann also wohl behaupten, dass die von Meissner (Henle's und Pfeufer's Zeitschr. für rationelle Medizin. Neue Folge. Bd. VIII S. 364—366) und später von Billroth (Müller's Archiv 1857 S. 148 sq.) beschriebenen Nervenplexus in der Darmschleimhaut eine sehr auffällige Anomalie nicht in Anspruch nahmen. Und dennoch beruht die Angabe auf einer Täuschung, zu deren Beseitigung beizutragen ich um so mehr mich verpflichtet fühle, als mein Name unter der Reihe derjenigen Forscher genannt ist, welche die Präparate Billroth's kennen gelernt haben und so gewissermassen die Beobachtung zu bestätigen scheinen.

Da die Meissner'sche Mittheilung über die Nervenanastomosen in der Darmschleimhaut ausdrücklich eine „vor-

läufige“ Mittheilung genannt wird und ausführliche Beschreibungen meines Wissens noch nicht erschienen sind, so darf ich mich auf die Beobachtungen Billroth's beschränken, und thue dies um so lieber, als mir ein Präparat desselben zu Gebote steht. Dieses Präparat, dasselbe, welches der verstorbene Joh. Müller mir im Jahre 1857 zeigte, ist in der That vollkommen geeignet, um wenigstens auf den ersten Blick und bei flüchtiger Beobachtung die Ansicht von vorliegenden, anastomosirenden Nervenkörpern und Nervenfasern zu unterstützen. Man sieht feine netzförmige, anastomosirende Fäden, nahezu von dem mikroskopischen Habitus und von der Breite und Dicke der Fortsätze von Nervenkörpern, etwa so wie man dieselben im Rückenmark oder Gehirn nach oder ohne Behandlung mit Chromsäure zu beobachten Gelegenheit hat. An vielen anderen Stellen sind die Fäden etwas dicker, schwellen hin und wieder zu einem länglichen Knoten an und lassen sich endlich häufig genug zu zwei drei und mehr bis zu verdickten Stellen des Netzwerks verfolgen, die sich etwa so wie die centrale Masse eines Ganglienkörpers ausnehmen. Dergleichen Netze finden sich mehrere über einander gelagert. Gleichwohl hat das Präparat Billroth's für mich wenigstens auch bei der ersten Beobachtung keineswegs eine überzeugende Kraft gehabt; ich bin zu vertraut gewesen mit den Täuschungen, welche die theilweise und unregelmässig mit stagnirendem, geronnenem Blute erfüllten Capillarnetze am Schwanz der Froschlarve, bei Fischembryonen und im Rückenmark, im Gehirn, in der Haut u. s. w. der mikroskopischen Beobachtung durch die täuschende Aehnlichkeit mit anastomosirenden Nervenfasern und Ganglienkörpern bereiten, als dass ich das Präparat für entscheidend hätte halten können. Hierzu kam, dass dergleichen zahlreiche Nervenplexus im Darm der Erwachsenen nach Billroth's eigenen Angaben sowohl, als nach meinen Untersuchungen sich nicht nachweisen liessen. Ich trennte mich von dem Präparate mit dem Wunsche, dass dasselbe wirklich das darstellen möge, wofür man es ausgebe, da in diesem Falle die für die Physiologie so noth-

wendigen Anastomosen und Verbindungen der Nervenkörper unter einander hier auf die unzweifelhafteste Weise demonstrirt werden könnten. In der Folge habe ich gleich nach Veröffentlichung der Billroth'schen Beobachtungen den Tractus intestinalis einer grösseren Anzahl von Kindern nach vorschriftsmässiger Behandlung mit und auch ohne Injection auf den angeregten Gegenstand untersucht, und bin zu dem Resultat gekommen, dass der angebliche Nervenplexus der Darmschleimhaut nichts anders ist, als ein unregelmässig mit stagnirendem, geronnenem Blute erfülltes Gefäss-, besonders Capillarnetz. Ich habe diese Gefässe mit Leim und Zinnober injicirt und die angeblichen Nervenfaseranastomosen vollkommen deutlich in ihren continuirlichen Uebergängen zu den injicirten Gefässen verfolgen können. Oftmals haben mir solche Fäden vorgelegen, die zum Theil noch den scheinbaren Habitus von Nervenfasern hatten, in welche aber gleichwohl einige Zinnoberkörnchen eingedrungen waren. Besonders lehrreich war für mich ein injicirter Darm, dessen Arterien bis zu den Capillaren hin von Injectionsmasse erfüllt waren, während in den übrigen Theilen des Capillarnetzes, so wie in den damit zusammenhängenden Venen das Hämatin, wie es ja öfter geschieht, in schwarzes Pigment umgewandelt war. Hier hatte das Gefässnetz noch den scheinbaren Habitus von Nervenfasern und Nervenkörpern bewahrt; überall jedoch sah man schwarze Pigmentkörnchen in der Substanz derselben eingebettet, gerade so wie in dem Blute der Venen selbst. In den feinen Fäden waren sie mehr reihenweise geordnet; in den scheinbaren Nervenkörpern in mehr unregelmässiger Anordnung und grösserer Zahl vorhanden. Sehr instructiv war für mich eine zufällig gemachte Beobachtung. Es wurden nämlich mehrere Präparate, in welchen das beschriebene Verhalten sich auffallend klar herausstellte, in Glycerin aufbewahrt. Bei dieser Gelegenheit zeigte es sich, dass die in den Fäden des Netzes eingeschlossenen Blutzellen, welche sich bisher nur andeutungsweise besonders an den verdickten Stellen markirten, so klar und deutlich als

Bläschen hervorgetreten waren, dass nunmehr auch beim ersten Anblick von einer Verwechselung mit Nervenfaseranastomosen nicht mehr die Rede sein konnte. Alles, was ich hier angegeben habe, ist durchaus leicht zu wiederholen und leicht zu constatiren, ich beschliesse daher diese Mittheilung mit Bemerkungen über das mir zu Gebote stehende Billroth'sche Präparat selbst, sowie über das zu untersuchende mikroskopische Object im Allgemeinen.

Eine genaue Revision des Billroth'schen Präparates lässt die bedenklichsten Zweifel gegen die gemachte Deutung auch ohne weitere Untersuchungen an injicirten Präparaten nicht unterdrücken. Es fehlt zunächst regelmässig an den als Nervenkörper zu bezeichnenden Stellen gerade das wichtigste Kriterium, nämlich der grosse, bläschenförmige Kern mit seinem charakteristischen Kernkörperchen. Billroth's Beschreibung und Zeichnung ist durchaus naturgetreu. Die Substanz der angeblichen Nervenkörper zeigt sich als eine grobkörnige Masse, deren einzelne Körner nahezu die Grösse der Blutkörperchen haben, und die auch, wie angegeben, bei Behandlung mit Glycerin die bläschenförmige Beschaffenheit annehmen. Meissner hat wohl aus diesem Grunde auch mehr von Ganglien als von Ganglienkörpern gesprochen. Billroth hat diesen Mangel auf Rechnung des nicht entwickelten Zustandes der Nervenkörper gebracht; inzwischen nehmen sich die Ganglienkörper zu derselben Zeit an anderen Stellen und selbst noch in früheren Lebensperioden ganz anders aus; sie zeigen deutlich das kernhaltige Gebilde; bisweilen finden sich an diesen angeblichen Nervenkörpern auch ein oder einige grössere, farblose Kügelchen vor, die man sofort als weisse Blutkörperchen anerkennt. Auch der Fall ist mir vorgekommen, dass ein durch seine Grösse sich auszeichnender, scheinbar bläschenförmiger Körper in der Mitte oder nach dem Rande der grobkörnigen Masse sich bemerkbar macht. Es liess sich dann stets nachweisen, dass man es hier mit dem Lumen eines an der bezeichneten Stelle abgehenden Gefässes zu thun habe. Hat man sich mit dem Habitus der unter den obwaltenden Umständen sich darstellen-

den Blutkörperchen vertraut gemacht, so gelingt es unschwer dieselben auch im Verlaufe der feinsten Fäden des Netzes wieder zu erkennen, selbst wenn man Glycerin nicht anwendet.

Ein Umstand, welcher die Täuschung sehr begünstigt und die Deutung des vorliegenden Netzwerkes als zum Nervensystem gehörig annehmbar erscheinen lässt, ist der, dass man die Fasern des Netzwerkes selten im Zusammenhange mit grösseren Gefässen vorfindet und vielmehr aller Orts abgerissene Enden sieht.

Dieses Verhalten ist jedoch leicht zu erklären. Die Arterien des Darmes treten bekanntlich durch das Stratum musculare externum, durch das sogenannte Stratum nerveum zum Stratum musculare internum s. subglandulare, woselbst sie schliesslich in die Endverzweigungen sich auflösen und mit den feinsten Aesten und Capillaren in die Drüsenschicht und in die Zotten sich ausbreiten. Die Capillarnetze für das Stratum musculare gehen aus Zweigen hervor, welche an der Aussen- und Innenfläche, sowie zwischen der Längs- und Kreisfaserschicht abgehen. Die Capillarnetze des Stratum nerveum stehen mit Zweigen, die namentlich an der Innenfläche des Stratum musc. externum und am Stratum subglandulare verlaufen, in Verbindung. Aehnlich verhält sich die Lage der Venenzweige, die das Blut aus den Capillaren abführen. Im mittleren Bezirke des Stratum nerveum sind daher, wenn man von vereinzelten stärkeren Gefässen, die namentlich im Rectum vorkommen, absieht, vorzugsweise Capillarnetze in meist weitmaschiger Form vorzufinden. Wird nun ein Präparat nach der Angabe Billroth's so für die Beobachtung zubereitet, dass man das Stratum nerveum von der Drüsenschicht und der äusseren Muskelschicht abtrennt, so bleiben die stärkeren Gefässe an den letzteren Schichten haften, und das Stratum nerveum selbst enthält vorzugsweise Capillarnetze, deren Verbindung mit den Capillarnetzen der angrenzenden Schichten gewaltsam losgerissen ist. Hierzu kommt, dass die Auflösung der Arterienzweige in die Capillarnetze öfter plötzlich erfolgt, so dass der continuirliche Uebergang

den feineren Gefässe in die gröberen in Folge der Undurchsichtigkeit der Letzteren nicht übersichtlich genug hervortritt. Dennoch ist es mir gelungen, auch in dem Billroth'schen Präparate dergleichen Uebergänge aufzufinden. Will man sich jedoch für diese Untersuchung günstigere Präparate verschaffen, so muss man senkrechte Schnittchen aus der ganzen Dicke der Darmwand anfertigen. Das Präparat enthält dann allerdings eine geringere Menge von Capillaren; die Aehnlichkeit mit anastomosirenden Nervenfasern ist weniger auffällig, dafür sind nun aber die Verbindungen derselben mit den gröberen Gefässen übersichtlicher geworden. Im Widerspruch mit Billroth muss ich daher die Anfertigung solcher Präparate empfehlen, wenn man sich weniger leicht täuschen lassen will.

Ueber die feineren Structurverhältnisse des in Rede stehenden Gefässnetzes ist nur Weniges schliesslich hinzuzufügen. Das bindegewebige Stroma des Stratum nerveum zeigt wie die Bindesubstanz des neugeborenen Kindes überhaupt mehr den histologischen Charakter des unreifen Bindegewebes. Wo also die Adventitia sichtbar ist, da markirt sich dieselbe durch die langgezogenen, mehr spindelförmigen Bindesubstanzkörperchen, welche der Axe des Gefässes parallel gerichtet sind. Bei feineren Gefässen treten sie vereinzelt, zuweilen durch grössere Zwischenräume getrennt, bei stärkeren Gefässen dichter gedrängt und in mehreren Schichten auf. Die glatten Muskelfasern der Tunica media sind an den quer ovalen Kernen leicht kenntlich. An den feinsten Capillaren werden die kernartigen Körper nur sehr vereinzelt, oft streckenweise gar nicht sichtbar.

Ueber secundäre Modification der Nerven.

Von

Dr. Wilhelm Wundt.

(Hierzu Tafel XV.)

Die Veränderung, welche die Einwirkung eines constanten elektrischen Stromes nach seinem Aufhören in der Erregbarkeit des Nerven zurücklässt, besteht bekanntlich darin, dass die Erregbarkeit für die Richtung des modificirenden Stromes geringer, für die entgegengesetzte Stromesrichtung aber erhöht wird. Diese Veränderung, die unter dem Namen der Ritter'schen Modification bekannt ist, bemerkt man aber erst nach längerer Einwirkung des elektrischen Stromes, während man nach kürzerer Einwirkung desselben eine jener ganz entgegengesetzte Art der Erregbarkeitsveränderung beobachtet; wir wollen, um beide Veränderungen von einander zu unterscheiden, die erste, die bis jetzt allein genauer bekannt ist, als primäre Modification, die zweite hingegen, die den Gegenstand vorliegender Mittheilung bildet, als secundäre Modification bezeichnen. Ueber den Grund dieser Benennung werden wir weiter unten Rechenschaft geben.

Die Thatsache der secundären Modification besteht darin, dass man nach kürzerer Einwirkung des elektrischen Stromes die Erregbarkeit für die Richtung des Stromes erhöht findet; bei etwas längerer Einwirkung geht dann diese Modification durch ein Zwischenstadium in die gewöhnlich beobachtete primäre Modification über. — Bei den gewöhnlichen Methoden, die man zur Anstellung von Reizversuchen einschlägt, bekommt man immer nur geringe Grade der secundären Modification zu Gesicht, dagegen lässt sich auf besonderem Wege die Erregbarkeitserhöhung durch dieselbe so weit treiben, dass sie jener durch primäre Modification (dem Ritter'schen Tetanus) an Grösse gleichkommt.

Die Versuchsanordnung, deren ich mich für die vorliegenden Zwecke bediente, waren folgende. Zur Einwirkung kurzdauernder elektrischer Ströme auf den Nerven benutzte ich Schliessungsinductionsschläge: in den Kreis der Kette war neben der primären Rolle ein sehr dünner Kupferdraht von einigen Decimeter Länge eingeschaltet, statt der Oeffnungsinductionsschläge bediente ich mich der durch Einschaltung einer Nebenschliessung von verschwindendem Widerstand (eines kurzen und dicken Kupferdrahtes) zu jenen beiden erhaltenen Schliessungsinductionsschläge. Diese haben die gleiche Richtung wie die Oeffnungsinductionsschläge, und man vermeidet bei ihrer Anwendung die Nachtheile der letzteren, nämlich ihre Veränderlichkeit wegen der Dauer des Oeffnungsfunkens und die Verschiedenheit ihrer Stärke von derjenigen der Schliessungsinductionsschläge; lässt auch der erstere Nachtheil durch Einschaltung eines Widerstandes sich auf ein Minimum reduciren, so ist doch der zweite auf keine andere Weise zu umgehen, als durch die erwähnte Anordnung, bei welcher der inducirende Strom vollkommen mit derselben Geschwindigkeit fällt, mit der er ansteigt, und bei welcher daher die Wirkung des inducirten Stromes, der zur Reizung dient, immer an Grösse gleich und nur in Bezug auf die Richtung verschieden ist.[1]) — Dem Nerven wurden die Ströme durch unpolarisirbare Elektroden zugeleitet; derartiger Elektroden wurden in mehreren Versuchsreihen drei bis vier an dem Nerven angebracht, so dass verschiedene Stellen des Nerven durch Inductionsschläge oder durch den Strom einer bereit gehaltenen constanten Kette, dessen Stärke mittels eines Rheochords als Nebenschliessung abgestuft wurde, in beliebiger Richtung erregt werden konnten. — Für die Abblendung der Oeffnungsinductionschläge war endlich bei der zweiten Rolle eine Nebenschliessung von verschwindendem Widerstand zu dem Kreis des Nerven ange-

1) Vgl. Helmholtz, über die Dauer und den Verlauf der durch Stromesschwankungen inducirten elektrischen Ströme. Pogg. Ann. 1851, Bd. 83, S. 505. [Die Herren Siemens und Halske versehen bereits ihre Schlittenapparate mit der nöthigen Einrichtung, um die Helmholtz'sche Anordnung daran herstellen zu können. E. d. B.-R.]

bracht, die in jedem Augenblick mit dem Finger geschlossen werden konnte und sich von selbst wieder öffnete. — Zur Aufzeichnung der Muskelzusammenziehung bediente ich mich der Hebelvorrichtung des Myographions, die mir durch die Güte des Herrn Prof. Helmholtz zur Verfügung stand; dieselbe war zu diesem Zweck sammt dem den Muskel und die Elektroden tragenden Stativ abgenommen und auf ein besonderes Brett geschraubt. Der Stift des Hebels zeichnete auf dem Cylinder des Kymographions, das ich schon früher benutzt (s. meine Schrift über Muskelbewegung, S. 182), und dem ich eine speciell für derartige Untersuchungen berechnete Einrichtung gegeben habe. Die Geschwindigkeit der Bewegung kann nämlich an demselben innerhalb weiterer Grenzen variirt und so gross genommen werden, dass, da überdies der Cylinder von beträchtlichem Umfang ist, noch der Verlauf einer einfachen Muskelzuckung hinreichend deutlich wird; durch eine an den Windflügeln angebrachte Arretirung kann man ferner in jedem Augenblick die Bewegung hemmen; dadurch wurde es möglich, ohne Aenderung der Versuchsanordnung entweder nur die Höhe der Muskelzusammenziehung, während der Cylinder stillstand, oder den Verlauf derselben, während er sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegte, aufzeichnen zu lassen.

Lässt man eine Stelle des Nerven öfter nach einander von Inductionsströmen gleicher Richtung durchfliessen, so bemerkt man in allen Fällen, vorausgesetzt dass das Präparat hinreichend erregbar ist und die Erregungspausen in der richtigen Weise gewählt werden, eine Zunahme der Zuckungshöhe. Diese Zunahme verhält sich aber in Bezug auf ihre Grösse, auf die Schnelligkeit ihres Eintretens und Schwindens je nach der Richtung der Inductionsschläge etwas verschieden, ebenso ist diese auf die Erregbarkeitsänderung für die umgekehrte Stromesrichtung von Einfluss.

Lässt man Schliessungsinductionsschläge von absteigender Richtung bei einer so gewählten Entfernung beider Rollen, dass gerade eine schwache Zuckung eintritt, mit solcher Raschheit sich folgen, dass immer einige Secunden nach Be-

endigung der Zuckung ein neuer Inductionsschlag einwirkt, so sieht man die Grösse der Zusammenziehung immer mehr zunehmen, bis sie das Zuckungsmaximum erreicht, immer steigt auch dieses bis zu einem Grenzwerthe, von dem an die Zuckungshöhe allmälig wieder abnimmt und schliesslich zu Null wird. Zugleich ändert sich während dessen der Verlauf der Zusammenziehung. Die Dauer derselben wird nämlich erst, während die Zuckungshöhe noch in Zunahme begriffen ist, und dann bei gleichbleibender Zuckungshöhe immer grösser und grösser, so dass schliesslich die ganze Zuckung, während sie ansteigt und wieder sinkt, sehr leicht mit dem Auge sich verfolgen lässt. Hat man ein hinreichend erregbares Präparat, so gelingt es leicht, die Zeit der Abnahme der Zusammenziehung so weit hinauszuschieben, dass sich die Erhöhung der Reizbarkeit sehr weit treiben lässt. Man sieht dann die Grösse und Dauer der Zusammenziehung immer weiter zunehmen, bis dieselbe endlich von einem Tetanus sich nicht mehr unterscheidet. Man überzeugt sich auf diese Weise, dass es eine Grenze zwischen Zuckung und Tetanus nicht giebt: mit der Zunahme der Reizbarkeit sieht man die Zuckung an Grösse und Dauer zunehmen, und endlich geräth der Muskel durch einen einzigen Inductionsschlag in Tetanus. Hieraus dürfte zugleich die Beobachtung oft scheinbar spontaner oder auf Einwirkung momentaner Reize eintretender tetanischer Zusammenziehungen, die man an sehr reizbaren Präparaten häufig zu machen Gelegenheit hat, ihre Erklärung finden. Ebenso ist es sehr wahrscheinlich, dass die bereits von Helmholtz bei seinen Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Muskelzuckung im Anfang der Ermüdung beobachtete Verlängerung der Zuckungscurve ohne Aenderung ihrer Höhe schon die erste Andeutung jenes Uebergangs ist.

Während dieser durch viele absteigend gerichtete Inductionsschläge herbeigeführten Modification hat sich die Erregbarkeit für den aufsteigenden Strom nicht in gleicher Weise geändert, sondern, während gemäss der ersten Stufe des Zuckungsgesetzes vor Beginn der Modification neben der

schwachen Zuckung bei absteigendem Inductionsschlag eine stärkere Zuckung durch den aufsteigenden Inductionsschlag von gleicher Wirkungsgrösse hervorgerufen wurde, nimmt bei der Zunahme der ersteren die letztere ab und wird sehr bald Null.

Wählt man die Inductionsschläge so schwach, dass in beiden Richtungen keine Zuckung erfolgt, und modificirt man nun mit absteigenden Strömen, so erfolgt, wenn das Präparat hinreichend erregbar ist, nach einiger Zeit eine schwache Zuckung, diese nimmt zu, erreicht das Zuckungsmaximum, vergrössert dieses und geht schliesslich zuweilen in einen im Moment der Reizung entstehenden Tetanus von kürzerer oder längerer Dauer über, man kann also unter günstigen Verhältnissen mit Inductionsschlägen, die sich bei normaler Erregbarkeit noch unwirksam erweisen, den ganzen Verlauf der Modification herstellen; in diesem Falle sieht man nun die Erregbarkeit für den aufsteigenden Inductionsschlag während der ganzen Zeit, in welcher die andere steigt und wieder sinkt, nicht eintreten.

Man könnte aus diesem Verhalten geneigt sein den Schluss zu ziehen, dass bei der Modification durch absteigende Inductionsschläge die Erregbarkeit für aufsteigende Inductionsschläge vermindert werde. Lässt man aber, um das Absterben des Nerven hinaus zu schieben, ein Stück Rückenmark mit demselben in Verbindung, und lässt man zugleich die Inductionsschläge nicht allzu nahe dem centralen Ende einwirken, so überzeugt man sich, dass jenes Verhalten zunächst in dem Ablauf des Zuckungsgesetzes seinen Grund hat. Man sieht nämlich in diesem Fall zuerst die Zuckung bei absteigendem Inductionsschlag und dann auch diejenige bei aufsteigendem Inductionsschlag zunehmen, letztere Zunahme ist aber immer sehr vorübergehend, so dass auch hier bald allein die erste Zuckung übrig bleibt.

Nimmt man die Ströme stärker, so z. B. dass die Inductionsschläge beider Richtungen das Zuckungsmaximum veranlassen, so verhält sich die Sache im Wesentlichen ganz ähnlich: man sieht hier das Zuckungsmaximum anfangs zuneh-

men und zwar für beide Richtungen, und dann nimmt die aufsteigende Zuckung ab, während die absteigende noch im Wachsen begriffen ist. Doch sind stärkere Inductionsschläge für die Modification ungünstiger, und es nimmt hier auch die absteigende Zuckung wieder ab, noch ehe man durch den Inductionsschlag einen Tetanus hervorzurufen vermochte. Ueberhaupt sind Inductionsstösse, die so gewählt sind, dass sie gerade ein Zuckungsminimum hervorrufen, der Modification am günstigsten, allzu schwache Inductionsstösse zeigen sich ebenfalls wieder weniger wirksam.

Prüft man, nachdem die absteigende Modification so weit getrieben wurde, dass man durch den Inductionsschlag Tetanus erhält, die modificirte Nervenstrecke durch den Strom einer constanten Kette, den man so schwach wählt, dass er im unveränderten Nerven noch gar keine Zuckung oder die erste Stufe des Zuckungsgesetzes ergab, so zeigt sich eine bemerkenswerthe Verschiedenheit für beide Stromesrichtungen. Schliesst man nämlich in aufsteigender Richtung, so beruhigt sich alsbald der Tetanus, öffnet man aber nach einer so kurzen Zeit wieder, dass nicht der Verdacht einer primären Modification durch den aufsteigenden Strom, die bekanntlich einer ziemlich langen Zeit bedarf, um sie deutlich hervortreten zu lassen, entstehen kann, so bricht der Tetanus wieder los; schliesst man dagegen in absteigender Richtung, so verstärkt sich der Tetanus. Der durch secundäre absteigende Modification erhaltene Tetanus verhält sich also ganz ebenso wie derjenige, den man durch die primäre Modification von entgegengesetztem Zeichen hervorruft: der erste verstärkt sich auf die Schliessung des modificirenden und beruhigt sich auf die Schliessung des entgegengesetzt gerichteten Stromes, der andere (der Ritter'sche Oeffnungstetanus) verstärkt sich durch die Schliessung des entgegengesetzt gerichteten und beruhigt sich durch die Schliessung des modificirenden Stromes.

Von diesem Verhalten gegenüber absteigenden Inductionsschlägen unterscheidet sich in einiger Hinsicht die Wirkung aufsteigend gerichteter Inductionsschläge. Nimmt man diese so schwach, dass gerade eine kleine Zuckung erfolgt,

so verstärkt sich diese bei öfterer Wiederholung der gleichgerichteten Inductionsstösse. Prüft man zugleich dann und wann mit dem gleichen Inductionsstrom entgegengesetzter Richtung, so sieht man vor der Modification (entsprechend im ersten Stadium des Zuckungsgesetzes) hier keine Zuckung erfolgen, nach einiger Zeit tritt aber dieselbe zu der verstärkten aufsteigenden Zuckung hinzu; setzt man nun die Modification weiter fort, so verstärken sich beide Zuckungen, die absteigende Zuckung bald schneller als die aufsteigende, nach einiger Zeit nimmt die letztere sogar wieder ab und sinkt zuletzt auf Null, während die absteigende Zuckung noch einige Zeit in unveränderter Stärke erhalten bleibt.

Nimmt man die Ströme stärker, so dass die Inductionsschläge beider Richtungen Zuckungen hervorrufen, so erhält man eine Verstärkung beider Zuckungen, die zunimmt, das Zuckungsmaximum erreicht und dasselbe vergrössert; endlich aber nimmt auch hier die aufsteigende Zuckung wieder ab, während die absteigende noch in gleicher Grösse andauert oder sogar in Zunahme begriffen ist. — Eine auf die aufsteigende Richtung beschränkte Zunahme der Erregbarkeit im Anfang der Modification beobachtet man nur, wenn zuvor die aufsteigende Zuckung geringer als die absteigende war, dann nimmt die erstere so lange zu, bis sie der letzteren gleichkommt, von diesem Punkt an aber nehmen beide entweder gleichmässig zu, oder es nehmen beide nach einander, zuerst die aufsteigende und dann die absteigende Zuckung, wiederum ab.

Der Grund dafür, dass bei aufsteigender Richtung der modificirenden Inductionsströme die Erregbarkeitserhöhung für die absteigende Richtung sehr früh eintritt und dagegen die erhöhte Erregbarkeit für die modificirenden Ströme selber sehr bald wieder sinkt, liegt in dem diese Art des Verlaufs begünstigenden Ablauf des Zuckungsgesetzes. Während dieser bei der absteigenden Modification die Erregbarkeitserhöhung für die Richtung der modificirenden Ströme begünstigte, begünstigt er hier im Gegentheil die Erregbarkeitserhöhung für die Ströme der umgekehrten Richtung. Es gelingt des-

halb auch verhältnissmässig selten, die Erregbarkeitserhöhung bis zum Tetanus zu steigern, und wenn dies gelingt, so verhält der so erhaltene Tetanus sich entweder ganz wie der durch absteigende Modification erhaltene, d. h. er beruhigt sich, wenn man einen schwachen absteigenden Strom durch die veränderte Nervenstelle sendet, er wächst hingegen durch einen absteigenden Strom von gleicher Stärke, oder der Tetanus, den man bekommt, ist ein doppelsinniger, d. h. er wird durch Schliessung eines schwachen constanten Stromes sowohl in auf- wie in absteigender Richtung verstärkt. Einen durch den schwachen absteigenden Strom zu hemmenden Tetanus, wie er nach der Analogie der absteigenden Modification zu erwarten war, habe ich niemals bekommen; ich weiss deshalb nicht, ob es überhaupt gelingt, ihn zu erhalten. Die Schwierigkeit oder Unmöglichkeit seiner Hervorrufung findet ihre Erklärung theils in dem geringeren Grad der aufsteigenden secundären Modification und dem Einmischen der entgegengesetzten secundären Modification in dieselbe, theils in den Erregbarkeitsveränderungen durch den Elektrotonus, nämlich in der Herabsetzung der Erregbarkeit auf der Seite der positiven Elektrode.

Dagegen lässt sich durch die Prüfung mittelst des constanten Stromes während des Verlaufs der Modification nachweisen, dass die Veränderungen während der aufsteigenden Modification denjenigen, die während der absteigenden Modification erfolgen, gerade entgegengesetzt sind; man kann nämlich in jedem Augenblick die Veränderung in der Erregbarkeit durch die entsprechende Veränderung des Zuckungsgesetzes nachweisen. Man findet hier bei der Modification durch aufsteigende Inductionsschläge Folgendes: zuerst nimmt die Erregbarkeit zu für die Schliessung des aufsteigenden und in etwas geringerem Grade für die Oeffnung des absteigenden Stromes; nach kurzer Zeit fortgesetzter Modification erhöht sich zugleich die Erregbarkeit für die Oeffnung des aufsteigenden und in etwas geringerem Grade für die Schliessung des absteigenden Stromes; die letzten Veränderungen nehmen allmälig zu, während die ersteren wieder abnehmen,

bis ein Stadium eingetreten ist, wo in allen vier Acten gleich starke Zuckung erfolgt. Von da an nimmt die aufsteigende Schliessungszuckung am schnellsten ab, ihr folgt die absteigende Oeffnungszuckung, bis endlich das letzte Stadium des Zuckungsgesetzes (absteigende Schliessungs- und aufsteigende Oeffnungszuckung) zurückbleibt. Dabei gehen jedoch im Anfang der Modification die Veränderungen so schnell vor sich und sind so bedeutend, dass sie mit etwaigen von der Einwirkung der elektrischen Ströme unabhängigen Veränderungen des Zuckungsgesetzes nicht zu verwechseln sind, innerhalb weniger Minuten kann man zuweilen die Zuckungshöhe für die Schliessung des aufsteigenden Stromes um mehr als das Doppelte vergrössert sehen.

Mit der Untersuchung dieser Veränderungen, welche die modificirte Stelle selber im Verlauf der Zeit durch absteigende oder aufsteigende Modification erleidet, ist an und für sich natürlich noch nichts ausgesagt über die Veränderungen, welche gleichzeitig jenseits der positiven und negativen Elektroden stattfinden; ebenso ist die beobachtete Veränderung zwischen den Elektroden der modificirenden Ströme selbstverständlich nur die Resultante aller der Veränderungen, die auf jedem einzelnen Querschnitt der eingeschalteten Strecke hervorgerufen werden; es bleibt daher noch die gleichzeitig stattfindende Veränderung der Erregbarkeit jenseits der positiven und negativen Elektroden und auf den einzelnen Punkten der durchflossenen Strecke zu untersuchen.

Das einfache Resultat, das man hierbei erhält, ist Folgendes: die Modification, die nach dem Aufhören der durch eine beliebige Stelle des Nerven geleiteten modificirenden Ströme zurückbleibt, betrifft gleichzeitig die ganze Länge des Nerven, ebenso wohl alle zwischen den Elektroden wie alle jenseits der positiven und negativen Elektrode gelegenen Punkte. Ueber das quantitative Verhältniss dieser Veränderung auf den einzelnen Punkten des Nerven und in verschiedenen Entfernungen von den modificirenden Elektroden vermag ich bis jetzt Bestimmtes nicht anzugeben; der genaueren Ermittelung dieser Abhängigkeit stellt sich die schwer zu

überwindende Veränderung, die der vom centralen Ende an auf den verschiedenen Punkten mit verschiedener Geschwindigkeit geschehende Verlauf des Zuckungsgesetzes veranlasst, entgegen. Die verschiedene Art dieses Einflusses bei ab- und aufsteigender Modification bedarf nach dem Vorangegangenen keiner besonderen Erörterung, da sie Jeder leicht sich selber entwickeln kann.

Die Zunahme der Erregbarkeit jenseits der positiven und negativen Elektrode wurde bereits von Ed. Pflüger[1]) bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Veränderungen der Erregbarkeit im Elektrotonus beobachtet. Er fand nämlich, dass nach der Oeffnung der Kette nicht bloss auf der Seite der negativen Elektrode, wie etwa nach der Art der Veränderung während der Dauer des Stroms erwartet werden konnte, sondern auch auf der Seite der positiven Elektrode die Erregbarkeit immer einen Zuwachs erfuhr.

Die Zunahme der Erregbarkeit, die der elektrische Strom auf allen Punkten des Nerven hinterlässt, tritt nicht im Momente der Oeffnung des modificirenden Stromes auf, sondern sie entwickelt sich erst allmälig, und zwar findet man eine fast verschwindend kurze Zeit nach der Oeffnung die Erregbarkeit erniedrigt, dann wächst die Erregbarkeit bis zu einem bestimmten Punkt, von wo an sie längere Zeit constant bleibt, um von da wieder allmälig abzunehmen. Mit der Dauer der Modification nimmt die Zeit, in welcher die Erregbarkeit anwächst, zu, so dass man in den späteren Stadien sehr leicht und bequem die Erniedrigung der Erregbarkeit unmittelbar nach der Stromeseinwirkung beobachten kann. Es scheint, dass auf diese Weise, durch fortschreitende Zunahme des Stadiums der geschwächten Erregbarkeit seiner Dauer und Grösse nach, die primäre Modification allmälig in die secundäre Modification übergeht, so dass es zwischen beiden Formen der Modification sowohl der Zeit wie dem Wesen nach keine scharfe Grenze giebt.

Zur Nachweisung der secundären wie der primären Modification und des Uebergangs der letzteren in die erstere

1) Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus. Berlin 1859.

habe ich mich mit dem gleichen Erfolg auch der Einwirkung constanter Ströme von verschiedener Dauer bedient. Man beobachtet hier ganz wie bei der Modification durch Inductionsströme zuerst Zunahme der Erregbarkeit für die Schliessung des modificirenden und die Oeffnung des entgegengesetzt gerichteten Stromes, und nach längerer Einwirkung des constanten Stromes Zunahme der Erregbarkeit für die Schliessung des entgegengesetzt gerichteten und für die Oeffnung des modificirenden Stromes. — Auch die primäre Modification kann man dagegen ebenso wie die secundäre mit Hülfe sehr kurz dauernder Strömung von einerlei Richtung nicht bloss hervorrufen, sondern sogar ziemlich weit treiben: man kann z. B. einen Ritter'schen Oeffnungstetanus sehen, wenn man, durch Einschalten eines Neef'schen Magnetelektromotors in den Kreis der Kette und des Nerven längere Zeit aufsteigende Ströme von sehr kurzer Dauer durch den Nerven schickt; nur muss man hierbei die Ströme so schwach wählen, dass sie unmittelbar keine Zusammenziehung des Muskels veranlassen.

Bei der Untersuchung des Zuckungsgesetzes spielt die secundäre Modification eine sehr bemerkenswerthe Rolle; jeder Beobachter in diesem Gebiete hat nämlich schon die auffallende Zunahme der Erregbarkeit im Anfang der Untersuchung bemerkt, theilweise ist dieselbe jedenfalls durch secundäre Modification bedingt, theilweise scheint sie aber auch mit dem Absterben vom centralen Ende des Nerven aus zusammenhängen.

Das sehr kurze Zeit der erhöhten Erregbarkeit nach der Oeffnung der Kette vorangehende Stadium verminderter Reizbarkeit hat ebenfalls Pflüger auf der Seite der positiven und negativen Elektrode bereits beobachtet; er hat dieselbe als negative Modification bezeichnet gegenüber dem Zustand erhöhter Erregbarkeit, den er positive Modification nennt. Dieser Bezeichnungsweise uns anschliessend, können wir sonach den ganzen Verlauf der Modification in folgenden kurzen Ausdruck zusammenfassen: die primäre Modification ist negativ für den modificirenden und positiv für den entgegengesetzt gerichteten Strom; die secundäre Modification ist

positiv für den modificirenden und negativ für den anderen Strom: die primäre Modification folgt der Oeffnung des Stromes unmittelbar und geht dann durch ein Zwischenstadium in die secundäre Modification über; die Stärke und Dauer der primären Modification wächst mit der Dauer der Stromeseinwirkung, während die secundäre Modification entsprechend abnimmt, später eintritt und zuletzt gänzlich verschwindet.

Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von *Petromyzon marinus*.

Notiz von Dr. med. W. Keferstein in Göttingen.

Bei dem vielfachen Interesse, das gegenwärtig die Structur der quergestreiften Muskelfaser erregt, erlaube ich mir in aller Kürze auf ein Object aufmerksam zu machen, das ich im Anfang vorigen Jahres kennen lernte und das in einigen Beziehungen wenigstens höchst klare Bilder giebt.

Die allgemeineren Verhältnisse der Rumpfmusculatur von *Petromyzon*, um die es sich hier handelt, sind bereits durch Stannius [1]) bekannt. Die von ihm beschriebenen Muskellamellen zerfallen, sowie man sie mit Wasser auf den Objectträger bringt, fast vollständig in die zierlichsten Muskelfibrillen, die man oft von der ganzen Länge der Lamelle erhält und so leicht lösen sich die Primitivbündel in ihre Fibrillen auf, dass man Mühe hat, ein noch unverletztes Primitivbündel zu erkennen. Die Fibrillen sind 0,001 bis 0,0015 Mm. breit, verlaufen nicht starr, sondern mannigfach gebogen und zeigen die allerdeutlichste Querstreifung, die von in regelmässigen Abständen liegenden quadratisch erscheinenden Körperchen hervorgebracht wird, welche durch eine schwächer brechende, meist nicht ganz so lang wie diese Körperchen sich darstellende Substanz von einander getrennt sind. Eine weitere Structur liess die Fibrille mit den Mikroskopen des hiesigen physiologischen Instituts nicht mehr erkennen, während das beschriebene Verhalten sich mit Kellner'schen Instrumenten bei 590facher Vergrösserung besonders gut zeigte. Häufig waren die scheinbaren Querschnitte jener stärker brechenden Körperchen nicht Quadrate sondern Rechtecke von verschiedener Länge, wobei dann auch die schwächer brechende Substanz sehr verschiedene Länge haben konnte, häufig sah man sogar in einer Fibrille gar keine Querstreifung und erschien diese ganz structurlos und bisweilen waren alle diese Verhältnisse hinter einander an einer und derselben Fibrille zu beobachten. [2])

Die Rumpfmuskeln von *Petromyzon* scheinen sich hiernach also besonders gut zur Darstellung der Fibrillen und jener besonders von Rollett beschriebenen eckigen Muskelkörperchen zu eignen.

Göttingen, 18. Juli 1859.

---

1) Ueber den Bau der Muskeln von *Petromyzon fluviatilis* in Nachrichten v. d. G. A. Univ. u. d. K. Soc. d. Wiss. in Göttingen 1851 1. Dec. Nr. 17. S 233—235.

2) Ueber diese Verschiedenheiten vgl. hauptsächlich Brücke Denkschr. der Wien. Ak. math. Kl. XV. 1858 und H. Munk De fibra musculari. Diss. inaug. medic. Berolini 1859. 8. p. 29—34.

Ueber den Verlauf der Muskelzusammenziehung bei directer Muskelreizung.

Von

Dr. Wilhelm Wundt.

(Hierzu Taf. XV.)

Bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über Muskelbewegung habe ich die Beobachtung gemacht, dass die directe elektrische Reizung des Muskels in ihrem Erfolg darin vom Erfolg der Reizung des Nerven einen wesentlichen Unterschied zeigt, dass der Muskel sich nicht wie hier auf eine Zuckung bei Schliessung und Oeffnung der Kette beschränkt, sondern dass er während der ganzen Zeit des Geschlossenseins der Kette dauernd verkürzt bleibt.[1]) Ich habe zugleich schon damals die Gründe angegeben, aus denen diese dauernde Verkürzung während der Einwirkung des constanten Stromes mit einem Tetanus nicht zu verwechseln ist, sie hat daher auch nichts gemein mit der seither genauer bekannt gewordenen tetanisirenden Wirkung des constanten Stromes. Der Tetanus, den man durch discontinuirliche Erregung oder unter gewissen besonderen Bedingungen durch den constanten Strom vom Nerven aus erhält, ist immer entweder ganz oder theilweise discontinuirlich, d. h. der Muskel ist entweder während des ganzen Verlaufs der Zusammenziehung oder doch gegen das Ende derselben in grösseren oder geringeren Längenschwankungen begriffen; bei der dauernden Muskelverkürzung ist das niemals der Fall, sondern hier geschehen alle Längenveränderungen vollkommen stetig. Namentlich aber unterscheiden sich schwache Grade

---

1) Muskelbewegung, 2. Abschnitt §. 3.

des Tetanus sehr wesentlich von schwachen Graden der dauernden Muskelverkürzung: die letzteren sind allein in ihrer Grösse von stärkeren Graden verschieden, in ihrem Verlauf aber denselben vollkommen gleich; bei schwachen Graden des Tetanus ist der Muskel nicht mehr dauernd verkürzt, sondern er geräth in eine Reihe unregelmässiger Convulsionen. Dies muss ich zugleich als eine Ergänzung und theilweise Berichtigung zu meinen früheren Angaben über den Verlauf der Ermüdung hinzufügen: die tetanische Zusammenziehung geht nicht bloss gegen das Ende ihres Verlaufs in Krämpfe über, sondern sie besteht bei schwächerer Erregung von vorn herein aus solchen; diese Krämpfe können daher auch nur mittelbar als eine Wirkung der Ermüdung betrachtet werden, indem für den erschöpften Nerven sich der stärkere Reiz verhält wie für den unerschöpften Nerven der schwächere. Ich habe mich ferner davon überzeugt, dass die Convulsionen nicht etwa durch Schwankungen in der Stärke der auf einander folgenden Inductionsschläge bedingt sind, wie sie bei der gewöhnlichen Einrichtung der Inductionsvorrichtungen, bei welcher der Tetanus vorwiegend durch die Oeffnungsschläge zu Stande kommt, nicht vermieden werden können: man erhält nämlich genau dieselben Resultate, wenn man den Nerven mit Schliessungsinductionsschlägen von abweichender Richtung tetanisirt, wie dies mittelst der Einrichtung, welche Helmholtz dem du Bois'schen Schlittenapparat neuerdings gegeben hat, möglich ist.

Die dauernde Zusammenziehung bei directer Durchströmung des Muskels ist bei allen Stromesstärken, die überhaupt Zuckung veranlassen, vorhanden, und sie wächst mit der Stromverstärkung von einer mikroskopischen Grenze an bis zu einem sehr beträchtlichen Grade. Die dauernde Zusammenziehung verhält sich ferner je nach der Richtung des Stromes verschieden: sie ist erheblich bedeutender bei aufsteigender als bei absteigender Richtung, da man ferner durch den aufsteigenden Strom nur bei Anwendung sehr starker Ströme oder nach längerer Stromeseinwirkung eine Oeff-

nungszuckung beobachtet, so geht hier bei der Oeffnung meistens die dauernde Zusammenziehung unmittelbar in den verlängerten Zustand über, während bei absteigendem Strom erst die Oeffnungszuckung der Verlängerung vorangeht. Die Figuren 1—6 geben Belege zu diesen Angaben: sie sind die Zusammenziehungen des Gastronemius, die von demselben unmittelbar aufgezeichnet wurden. Die Vorrichtung zur Aufnahme der Curven war dieselbe wie in den Versuchen des vorigen Aufsatzes, nur war das untere Ende des Muskels vermittelst eines mit dem Befestigungshaken am Hebel in Verbindung stehenden Kupferdrahtes mit einem Quecksilbernäpfchen, das zur einen Elektrode führte, in bewegliche Verbindung gesetzt, der Befestigungshaken am oberen Muskelende stand mit der anderen Elektrode in Verbindung. Die Höhe der Curven ist etwa die doppelte der wirklichen Erhebungshöhen, da der Muskel ungefähr in der Mitte des zeichnenden Hebels befestigt ist; der Cylinder des Kymographions machte in 42 Secunden einen Umgang, und der Cylinderumfang betrug 38 Cm. Hieraus lässt sich leicht die Zeit, während deren in den einzelnen Versuchen der Strom geschlossen und dadurch der Muskel in Verkürzung gehalten wurde, durch die Messung der Curven bestimmen. Die Figuren 1, 3 und 5 wurden bei absteigender, die Figuren 2, 4 und 6 bei aufsteigender Richtung des Stromes von einem frischen Gastronemius gezeichnet, die Figuren sind ferner in der Reihenfolge der angewandten Stromstärken (von 2, 3 und 4 Daniell'schen Elementen) mitgetheilt; das Zeichen + bedeutet Schliessung, das Zeichen ⧺ Oeffnung des Stromes.

Die Modification des Muskels unterscheidet sich von der Modification des Nerven ganz ebenso wie der Erfolg der Nerven- und Muskelreizung. Lässt man längere Zeit constante Ströme von ziemlicher Stärke den Muskel durchfliessen, so werden die Nerven dadurch allmälig leistungsunfähig gemacht, und es bleibt allein der Erfolg der Modification der Muskelsubstanz zur Beobachtung zurück. Die Zusammenziehung, die der Muskelmodification entspricht, zeichnet sich gleichfalls aus durch ihre vollkommene Stetig-

keit bei allen Graden der Modification, während insbesondere schwächere Grade der Modification des Nerven nur in einer Reihenfolge von Zuckungen bestehen. Als Beleg gebe ich ein Beispiel von aufsteigender Modification nach mehrstündiger Einwirkung von zwei Daniell'schen Elementen (Fig. 7): die erste Curve hat der Muskel zwischen Oeffnung und Schliessung des modificirenden Stromes, die zweite Curve nach der nochmaligen Oeffnung des modificirenden und die dritte Curve unter dem Einfluss der Schliessung des absteigenden Stromes gezeichnet.

Ueber die von Lespès als Gehörorgane bezeichneten Bildungen der Insekten.

Von

Dr. C. Claus.

(Hierzu Tafel XVI.)

Die interessanten aber auffallenden Angaben, welche Lespès in einem der letzten Hefte der „annales des sciences naturelles" über den Gehörapparat der Insecten mitgetheilt hat, veranlassten mich, die Untersuchungen des genannten Forschers zu wiederholen. Da es *Lamellicornes* (*Polyphylla fullo*, *Melolontha albida* und *hippocastani*) waren, an deren Antennen vorzugsweise der Bau der vermeintlichen Gehörorgane studirt war, ging ich ebenfalls von Repräsentanten dieser Familie aus und untersuchte vorzugsweise die in dieser Jahreszeit bei uns überaus verbreiteten *Melolontha vulgaris* und *hippocastani*.

Nach Erichson's Entdeckung sind bekanntlich die Antennen der Insecten von fensterartigen Oeffnungen durchsetzt, die in ihrer Peripherie mit einem Rahmen umgeben, im Centrum aber von einer Membran überzogen sind. Lespès fügte diesen Thatsachen die bemerkenswerthen Angaben hinzu,

dass hinter der Membran des Fensters dicht derselben angelagert ein Säckchen sich finde, welches im Innern eine dichte Flüssigkeit und einen hellglänzenden, soliden Körper enthalte. Die Bedeutung des Geruchapparates, welche Erichson den Insectenantennen zugeschrieben habe, sei mit der eines Gehörorganes zu vertauschen, da die Membran über der Antennenöffnung nichts anders als das Paukenfell *tympanale*, das Säckchen dagegen (seinem morphologischen Werthe nach eine Zelle) das Gehörsäckchen, der hellglänzende Körper (der Kern der Zelle) den Otolithen vorstelle. Auch die Verbindung dieser als Gehörorgane fungirenden Gebilde mit dem Nervensystem glaubte Lespès erkannt zu haben; von vier in jede Lamelle eintretenden Nervenstämmchen würden zahlreiche Seitenzweige abgeschickt, welche mit der äusseren Wand des Säckchens im Zusammenhang ständen; in welchem? konnte freilich der Verfasser nicht ermitteln, und er lässt diese Lücke unausgefüllt, wenn er sagt: Pénètre-t-il dans cette dernière (cellule)? ou bien s'arrete-t-il à sa paroi? C'est ce que je ne puis dire.

Man überzeugt sich sehr leicht schon bei der Betrachtung der ersten Präparate, die man durch die Trennung beider Blätter der Antennenlamelle dargestellt hat, dass Lespès in der Deutung der mikroskopischen Bilder irre geführt worden ist, dass er sich namentlich durch übersehene Reliefverhältnisse zu seinen Anschauungen hat verleiten lassen. An den Oeffnungen, welche dicht gedrängt in reichlicher Menge die beiden Blätter jeder Lamelle durchsetzen und nur an den äusseren Blättern der beiden Grenzlamellen in weiten Zwischenräumen von einander abstehn, sieht man die drei concentrischen Kreise, wie sie Lespès beschrieben hat. Wenigstens zeigen sich dieselben stets bei mittlerer Einstellung des Tubus, mag die äussere oder innere Fläche des Blattes dem Objectträger aufliegen (vergl. Fig. 1, 2, 3, —b, b'). Der mittlere Ring besitzt in dieser Einstellung den stärksten Glanz und zeigt mehrere dicht auf einander folgende Conturen; regelmässig liegt derselbe concentrisch vom äusseren Kreis umgeben. Die Grenze des einen bläulich glänzenden

Feldes wird durch den schattigen, fast verwischten inneren Ring bezeichnet, während das Feld des äusseren scharf umgrenzten Kreises mit kleinen hellen Punkten und dunkelen Strichen versehen ist, die wir später auf Porencanäle und Leisten der Chitinsubstanz zurückführen werden. Bei *Melolontha hippocastani* erscheint die Grundsubstanz der Chitinlamellen, sowie die den äusseren Kreisen angehörigen Felder dunkler als bei *Melolontha vulgaris*, die Chitinlage ist bei der ersteren Form stärker und auch schon bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge von einem tieferen Braun; aus demselben Grunde zeigen auch die äusseren Blätter der Grenzlamellen eine dunklere Färbung. Die Grösse und Gestalt der einzelnen Ringe wechselt übrigens ausserordentlich, und wenn Lespès behauptet, die mittleren und inneren Kreise oder was nach der Deutung dieses Forschers dasselbe sagt, die Gehörsäckchen und Otolithen zeigten bei derselben Art eine constante Grösse, wie sehr auch der Umfang des äusseren Kreises, die Grösse des Paukenfelles wechsele, so beweist die Beobachtung der ersten besten Antennen die Unrichtigkeit dieser Angabe.

Nur bei der mittleren Einstellung des Tubus besitzen indess die Bilder der Antennenfenster die beschriebene Beschaffenheit und verändern dieselbe regelmässig mit der Veränderung der Einstellung. Erhebt man den Tubus, so tritt der innere Kreis, vorausgesetzt, dass das Blatt der Lamelle mit der innern Fläche dem Auge zugekehrt ist, in schärferer Umgrenzung entgegen, während sein Bild den hellen Glanz verliert und eine schwarz-bläuliche Schattirung erhält; die Contour des äusseren Kreises wird breiter und mehr verwischt, das äussere Feld dunkeler und nur das mittlere stark beleuchtet (Fig. 1 und 8 c'). Senkt man den Tubus, so geht der innere Kreis verloren, der mittlere und äussere Kreis dagegen treten scharf und dunkel contourirt mit hellglänzenden Feldern hervor. (Fig. 1 a')

Gehen wir dagegen von dem mit der Innenfläche dem Objectträger aufliegenden Blatte aus, so erhalten wir bei der Hebung des Tubus Bilder, an denen das Feld des äusseren

Kreises dunkel erscheint, während das mittlere auf Kosten des schwarzen inneren Kreises verkleinerte Feld einige Helligkeit beibehält; die Grundsubstanz der Lamelle ist jetzt beleuchtet und horngelb wie Chitinsubstanz gefärbt (Fig. 2a). Senken wir den Tubus über die mittlere Einstellung hinaus, so wird das äussere Feld hell, das mittlere dunkel, das innere hellglänzend, aber auf einen Punkt reducirt.

Aus diesen Beobachtungen lässt sich nach den von Welcker[1]) entwickelten Gesichtspunkten über Reliefverhältnisse der mikroskopischen Objecte der Beweis führen, dass wir es mit einer complicirten Porenbildung zu thun haben, aus denen die je nach der Einstellung wechselnden Bilder mit Nothwendigkeit resultiren. Das Feld des äusseren Kreises ist keineswegs ein erhabener Rahmen (Erichson) oder eine dünne Membran (tympanale Lespès), sondern eine tellerförmige Grube im Chitinskelet, die eben so wie dieses von Poren durchsetzt und von Leisten überzogen wird. Die mittlere Einstellung des Antennenblattes ist für den einen Fall (das Blatt liegt mit der Innenfläche dem Objectträger auf) Einstellung der Grube, daher die starke Beleuchtung und das Dunkelwerden bei oberer Einstellung, wenn die Grundsubstanz beleuchtet ist (Fig. 2 b und a); für den zweiten Fall (das Blatt wendet die Innenfläche dem Auge des Beobachters zu) ist die mittlere Einstellung[2]) des Antennenblattes auch etwa mittlere Einstellung der mit dem Boden nach oben gekehrten Grube; senkt man den Tubus, so wird das äussere Feld des äusseren Kreises hell, eben so wie eine umgekehrte Rinne bei tiefer Einstellung beleuchtet erscheint, hebt man ihn, so wird dasselbe, lange bevor die obere Einstellung des gesammten Blattes erreicht ist, dunkel. (Fig. 1 b' und c'). Der mittlere Kreis ist nicht die Contour einer Zelle oder eines Säckchens, sondern die einer Oeffnung im Boden der tellerförmigen Grube, das zugehörige Feld dagegen die Wand

1) Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin Bd. VI, und VIII. Bemerkungen zur Mikographie I. u. II.

2) Die mittlere Einstellung des Blattes bezieht sich für beide Fälle auf verschiedene Flächen.

eines kurzen trichterförmigen Kanales. Der innerste Kreis mit seinem Felde ist nicht ein Zellenkern oder Otolith, sondern die verengte Mündung des Porencanales auf der Innenfläche der Lamelle; von der scharfen Einstellung desselben aus, bei welcher das Feld beschattet ist (Fig. 1 c'), wird das Feld beim Senken des Tubus glänzend (Fig. 1 b') beim Heben dagegen ganz verwischt und undeutlich.

Dass unsere Deutung eine richtige ist, ergiebt sich aus Bildern, welche am Rande der Lamelle und durch feine Querschnitte gewonnen werden. Während die Axen der Porencanäle in der Mitte der Lamelle mit der des Tubus zusammenfallen, bilden die Axen der Randporen mit der Tubusaxe fast rechte Winkel. In der Mitte der Lamelle bleibt der innere Kreis im Centrum des mittleren und äusseren Ringes, je mehr man sich aber dem Rande nähert (Fig. 1 c''), um so mehr rücken die inneren Kreise an die Peripherie des mittleren, endlich über diese hinaus an die des äusseren Kreises; unmittelbar am Rande liegen sie auch ausserhalb der äusseren Ringe, und man kann leicht den Porencanal in seiner Längsachse verfolgen (Fig. 1 c''', a''). Lespès hat, wie es scheint, auch diese Bilder beobachtet, und sie im Sinne der Beweglichkeit der Otolithen gedeutet, auf welchen weder Säuren noch Alkalien einen verändernden Einfluss ausüben konnten. (Le corps solide renfermé dans cette cellule, mais mobile dans son interieur etc. Les acides même concentrés sont sans action sur lui; la potasse le fait un peu augmenter de volume, mais seulement après une action longtemps prolongée.)

Während die Deutung der betrachteten Bilder keinem Zweifel unterliegt und mit Entschiedenheit die Lespès'sche Auffassung widerlegt, ist jedoch anderer Bilder zu gedenken, welche, wenn sie allein und ohne Zusammenhang mit den ersteren beobachtet worden wären, die von Lespès gegebene Deutung entschuldigen würden. Am Rande zerrissener Lamellenstücke sollte man nach Lespès die Gehörorgane der Art verändert finden, dass bald nichts als ein kleiner Theil des Paukenfelles übrig bleibe, bald ein beträchtliches Stück desselben zu sehen sei, in welchem entweder nur die Umrisse

des Gehörsäckchen sich erhalten hätten oder selbst die Zelle mit ihrem Otolithen befestigt sei. In der That findet man die beschriebenen Bilder und überzeugt sich mit ihrer Hülfe, dass die Einrichtungen weit complicirter sind, als wir sie aus dem optischen Verhalten abgeleitet haben. Bald erscheinen nämlich die Porencanäle so getheilt, dass nur ein sehr kleiner Theil der tellerförmigen Grube zurückbleibt, bald ist der sich anheftende Abschnitt derselben so gross, dass der innere Rand zum Theil sichtbar bleibt [Fig. 2, (1)]. D'autres dont il reste une portion plus considérable présentent sur une partie de leur membrane de trace de la cellule). Am häufigsten aber sieht man, während das Feld des äusseren Ringes halbirt ist, den mittleren Ring vollkommen unversehrt mit dem inneren Kreis im Centrum [Fig. 2, (2)]. (d'autres et ce sont les plus importants à bien examiner la cellule avec son otolithe est encore adhérente à la membrane du tympanule). Wenn der Schnitt die gesammte untere Partie der Chitinlage am Rande entfernt hat, fehlt der innere Kreis vollständig [Fig. 2, (3)], während der mittlere mit doppelten Conturen versehen sich als eine am Rande verdickte Chitinplatte herausstellt, welche man leicht aus ihrem Zusammenhang mit dem inneren Rande der tellerförmigen Grube isoliren kann [Fig. 2, (4)]. Auch an Querschnitten überzeugt man sich davon [Fig. 2, (5)], dass die Platte im Grunde der Grube über die äussere Mündung des Canales ausgespannt ist. Nicht immer bleibt die Platte unversehrt, es brechen Theile des Randes ab, die scharfen dunkeln Contouren sind in diesem Falle durch unregelmässige zarte Grenzen ersetzt. Endlich beobachtet man Bilder, an welchem bei vollständigem mittlerem Ringe nur ein Segment des inneren Kreises erhalten ist; der unterhalb der äusseren Grube gelegene Porencanal hat sich beim Zerreissen der Lamelle unvollständig erhalten.

Die Abweichungen, welche nach Lespès die Antennen von *Polyphylla fullo* von denen der betrachteten Melolonthiden zeigen sollen, kann ich ebenfalls nur auf unrichtig verstandene Beobachtungen des genannten Forschers zurückführen. Freilich war es mir nicht möglich, die Antennen von *Poly-*

phylla fullo im frischen Zustande zu untersuchen, da dieses Insect bei uns nicht einheimisch ist, indess wird doch, was die Chitinbildungen anbetrifft, das getrocknete Object die gleichen Resultate liefern. Die erste Differenz, welche Lespès in der Beschaffenheit der Grundsubstanz findet, tritt uns gleich bei der ersten Untersuchung als unrichtig entgegen, denn eben so wie bei *Polyphylla fullo* erscheint auch die Antennensubstanz der übrigen Melolonthiden nicht homogen, sondern in verschiedener Richtung von Linien durchzogen, welche von dem äusseren Ringe der Porenbildungen ausgehend in Gestalt unregelmässiger Polygone sich mit einander verbinden. Freilich kann man das als Differenz anführen, dass die Linien bei den Melolonthiden sich auch über das Feld des äusseren Kreises erstrecken, während bei *Polyphylla fullo* dieses derselben entbehrt. Ausserdem ist die Substanz von einer grossen Menge von Puncten erfüllt, die eben so wie die Linien nach den Welcker'schen Regeln leicht zu deuten sind. Da die Linien bei der mittleren Einstellung der mit der Innenfläche aufliegenden Lamelle dunkel erscheinen, beim Heben des Tubus aber glänzend werden, so sind sie Erhabenheiten der Aussenfläche und gehören dieser mit um so grösserer Bestimmtheit an, als sie bei der umgekehrten Lage des Objectes diesen Wechsel von Schatten und Licht nach der verschiedenen Einstellung nicht in dem Maase zeigen. Die Puncte, welche stets bei mittlerer Einstellung hell, bei hoher Einstellung dunkel erscheinen, sind die Lumina zarter Porencanäle, welche die Chitinsubstanz durchsetzen und zum Theil die Ausführungsgänge der Matrixdrüsen in sich aufnehmen. Wenn auch die Porencanäle und Leisten besonders bei *Polyphylla fullo* und den äusseren Blättern der Grenzlamellen (diese entbehren der grösseren Fenster fast vollständig, besitzen aber einfache grosse Poren) ausgebildet sind, so fehlen sie bei den Melolonthiden doch keineswegs und treten am Rande und an den Grenzblättern fast ebenso deutlich hervor.

Weitere Eigenthümlichkeiten der Gehörorgane unseres In-

sectes beruhen nach Lespès auf dem Vorhandensein eines äusseren Rahmens in der Umgrenzung des Paukenfelles und auf dem fast vollständigen Schwunde des Otolithen. Wie die beigefügten Zeichnungen ergeben (Fig. 4 und 5), sind die Porenbildungen ganz und gar den betrachteten der Melolonthiden analog; nur ist der mittlere Kreis regelmässig durch zwei concentrische Conturen vertreten, während der innere beträchtlich erweitert und wieder scharf umgrenzt hervortritt. Die Beobachtung der zwei concentrischen Kreise am Mittelring, die sich einfach durch eine starke Entwicklung des Randes der Chitinplatte erklärt, gab dem französischen Forscher die Veranlassung, das Feld des äusseren Ringes für eine besondere der Species eigenthümliche Bildung, als Rahmen zu unterscheiden, während andererseits die weniger scharfe Beleuchtung des inneren Ringes die Ursache war, weshalb Lespès ein fast vollständiges Verschwinden des Otolithen behauptete. (En réalité on peut dire, que le centre de la cellule est simplement occupé par une partie de liquide d'une densité un peu plus grande.) Die geringere Beleuchtung des grossen inneren Kreises hat aber ihren Grund darin, dass auch über die innere Mündung des weiten aber kurzen Canales eine Chitinplatte ausgespannt ist, wie man an dem Rande zerrissener Lamellen beobachten kann (Fig. 4 β', γ'). Unregelmässigkeiten in Grösse und Gestalt der ovalen Fenster sind häufig, unter ihnen scheinen besonders diejenigen bemerkenswerth, welche sich bei einer einfachen Grube durch die Dupplicität der meist gekrümmten Porencanäle auszeichnen (Fig. 4 c').

Der Raum, welchen die beiden Blätter der Lamelle einschliessen, wird von einer blass-granulirten mit zahlreichen Kernen durchsetzten Masse ausgefüllt, in der Tracheen und Nerven sich ausbreiten. Lespès lässt unrichtiger Weise in jede Lamelle einen einzigen Tracheenstamm eintreten, ich beobachtete deren stets zwei, welche parallel der Längsaxe das Gewebe durchsetzen, um sich in jene feineren Verzweigungen aufzulösen. Die Zahl der eintretenden Nervenstämm-

chen ist ebenfalls weit beträchtlicher als Lespès angiebt; sie verlaufen im Umkreise der Tracheenstämme und senden zahlreiche Aeste aus, welche sich in dem oberen Dritttheile der Lamelle zu einem dichten Netzwerke vereinigen. Vergebens bemühte ich mich, Bilder zu erhalten, welche das Eintreten von Seitenzweigen in die Mündung des Porencanales wahrscheinlich machten; und ich möchte fast glauben, dass Lespés die schräg verlaufenden Porencanäle für Nerven gehalten hat, um so mehr, als sie von ihm äusserst scharf und dunkel gezeichnet sind, trotz der Anwendung von verdünntem Glycerin, unter welchem die Nerven blass werden und meist ganz verschwinden.

Obwohl ich kaum glaube, in der Endigung der Nerven zu einem vollkommenen Abschlusse gelangt zu sein, so muss ich nach meinen Untersuchungen das behaupten, dass die mannichfach anastomosirenden Verzweigungen sich zu einem sehr feinen Netzwerke ausbreiten, welches sich in der blassgranulirten Masse allmählig verliert. Einige Mal gelang es mir, einen Theil des Nervennetzes frei, getrennt von der Umgebung der mit Kernen durchsetzten Masse zu verfolgen. Es zeigten sich deutlich in dem aus zarten Fibrillen bestehenden Nervennetze zahlreiche Kerne von 0,005 Mm. Durchmesser eingelagert und, wie ich mit Bestimmtheit beobachtet habe, vom Inhalte der Fibrillen umschlossen (Fig. 6). Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass sich dieses mit Kernen durchsetzte Nervengewebe ähnlich wie die von Leydig bei Arthropodenlarven, Entomostraken und Insecten nachgewiesenen Nervenenden verhält, wenngleich die Art der durch dieselbe vermittelten Perception eine ganz specifische zu sein scheint. Wie diese Perception aber beschaffen ist, ob dieselbe mit der Geruchsempfindung, oder der Wahrnehmung von Schallwellen, die man nach den bisherigen Erfahrungen den Insecten zuschreiben muss, in irgend welcher Beziehung steht, möchte aus den gegebenen histologischen und anatomischen Befunden nicht zu entscheiden sind. Wenigstens scheinen mir die Anhaltspuncte vorläufig zu gering zu sein, um auf

Grund aufzusuchender Analogien Hypothesen über die Art der Perception [1]) aufzustellen.

Was die als Matrix zu bezeichnenden Gewebe anbetrifft, von welchen die Nerven umgeben sind, so treten in einer feingranulären Grundmasse, die wohl als Zellinhalt zu betrachten ist, zahlreiche grössere Kene von 0,01—0,08 Mm. Durchmesser auf (Fig. 8). Deutlich circumscripte Zellen darzustellen war mir trotz Anwendung der verschiedensten Reagentien nicht möglich, selbst nicht mit Hülfe von Kali bichr. (Leydig, Müller's Archiv 1859 S. 158). In grosser Menge fanden sich aber in der Masse eingelagert spermatozoenähnliche Gebilde, welche ich mit den von Leydig jüngst beschriebenen Ausführungsgängen von Hautdrüsen identisch erkannte. Sie lagen mit dem verdickten blindgeschlossenen Ende oft in einer hellen Substanz, wie von einem Hof umhüllt (Fig. 8); Kerne mit feinkörniger blasser Zwischenmasse waren um dieselbe gehäuft, ohne als circumscripte Zellen aufzutreten. Wie es scheint, ist das zu einem solchen Ausführungsgang gehörige Territorium gar nichts anderes, als ein Ballen secernirender Matrix, denn einerseits gelang es nicht, einen qualitativen Unterschied des Drüsengewebes und der Matrix weder in der Grösse der Kerne, noch in der Beschaffenheit der feinkörnigen Masse zu finden, andererseits

1) Durch briefliche Mittheilung Leuckart's wurde ich auf Hicks Untersuchungen über die Fühler der Insecten aufmerksam gemacht. (Journ. Proceed. Zool. I. 1857 und in der Berl. entomolog. Zeitschrift von 1858 im Auszug), nach denen hinter den einzelnen Poren einfache oder gelappte Säckchen gelegen sein sollen, die von Nerven versorgt würden und als Gehörorgane zu betrachten seien. Ich kann mir leider über diese Angaben kein Urtheil erlauben, da es mir bis jetzt nicht möglich war, die genannten Schriften zu erhalten. Obwohl ich kaum bezweifle, dass der Verfasser sich in der Beurtheilung der Matrix und der Drüsen mit ihren Ausführungsgängen getäuscht hat, möchte ich nicht eher mich aussprechen, als bis ich nach einer Einsicht in die Hick'sche Arbeit die Untersuchungen wieder aufgenommen und auf die übrigen Abtheilungen der Insecten ausgedehnt habe. An den Antennen der Hymenopteren und Orthopteren gelang es mir bis jetzt nicht, etwas derartiges zu sehen, was die Hick'schen Angaben bestätigt hätte.

erwies sich der Inhalt der Ausführungsgänge in chemisch-physikalischer Beziehung der Chitinsubstanz verwandt. Neben einem bedeutenden Vermögen der Strahlenbrechung, in dessen Folge die gleichmässig angefüllten Drüsengänge an den Antennen sich wie solide Körper verhielten (Glanz bei höchster Einstellung), zeichnete sich die ausgeschiedene Substanz durch ihre Resistenzkraft gegen Säuren und Alkalien aus. Ganz dieselbe Beschaffenheit besitzt der Inhalt der Hautdrüsen anderer Körpertheile bei *Melolontha* und anderen Insecten, wie ich namentlich an den Drüsen in den Tarsen von *Dytiscus* erkannte. Hier füllt in der Regel der Inhalt die durch ein beträchtlich grösseres Lumen ausgezeichneten Chitingänge, um welche die secernirende Masse in Form einer oder mehrerer circumscripten Zellen angehäuft ist, nicht gleichmässig, sondern, wie auch Leydig beobachtete, tropfenweise aus und zeigt alle die Merkmale, welche man an chitinartigen Substanzen findet. Sollte vielleicht die Matrix, welche im ausgebildeten [1]) Insect keine neuen Chitinhäute mehr abscheidet und doch in ihrer Beschaffenheit mit der letzten Häutung nicht so sehr verändert sein kann, dass nun ihre Thätigkeit plötzlich still stehe, durch die Drüsengänge die neu gebildeten Chitinstoffe ausscheiden? oder welche andere Bedeutung kommt diesen Drüsen zu? Neue, ausführliche Untersuchungen erscheinen zur sicheren Lösung dieser Fragen wünschenswerth.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1 und 2. Die Porenbildungen der Antennen von *Mel. vulgaris*.

Die Buchstaben und eingeklammerten Zahlen bedeuten:

---

1) In den Larven der Insecten vermisse ich die Drüsengänge vollkommen, was, wenn es sich bestätigen sollte, meine Ansicht über die Function der Drüsen noch wahrscheinlicher macht.

a Einstellung der äusseren Fläche (hohe Einstellung)
b mittlere Einstellung
c Einstellung der inneren Fläche (tiefe Einstellung)
(bei aufliegender innerer Fläche der Lamelle.)

a' Einstellung der äusseren Fläche (tiefe Einstellung)
b' Einstellung der Mitte (mittlere Einstellung)
c' Einstellung der inneren Fläche (hohe Einstellung)
(bei aufliegender äusserer Fläche der Lamelle.)

a'' Einstellung der äusseren Fläche
c'' u. β'' Einstellung der inneren Fläche
(vom Rande der Lamelle genommen.)

(1) Von dem Fenster ist nichts als ein Abschnitt der oberen grubenförmigen Vertiefung zurückgeblieben.

(2) Nur ein Theil der Grube ist zerstört, man sieht den mittleren und inneren Kreis.

(3) Der untere Theil des Porencanales ist entfernt und nur die Chitinplatte an dem inneren Rande der Grube befestigt.

(4) Isolirte Chitinplatten, theilweise mit zerstörtem Rand.

(5) Querschnitt durch beide Blätter einer äusseren Lamelle mit unversehrten Chitinplatten.

Fig. 3. Porenbildungen von *Mel. hippocastani*.

Fig. 4 und 5. Porenbildungen von *Polyphylla fullo*.

Die lateinischen Buchstaben haben dieselbe Bedeutung als in den Figuren 1 und 2.

β' Ein Theil der Grube ist zerstört. Mittlere Einstellung bei aufliegender innerer Fläche der Lamelle.

β'' Ausser der Grube ist zugleich die äussere Chitinplatte am Rande verletzt, die Chitinplatte der inneren Mündung erscheint granulirt. Mittlere Einstellung bei aufliegender innerer Fläche der Lamelle.

γ' Dasselbe bei hoher Einstellung.

Fig. 6. Netzwerk zarter Nervenfasern mit eingelagerten Kernen aus der Spitze einer Lamelle.

Fig. 7. Partie des zwischen beiden Blättern einer Lamelle befindlichen Parenchyms. In der von Kernen durchsetzten blass granulirten Matrix liegen die chitinisirten Drüsengänge, und die Nerven verbreiten sich netzförmig.

Fig. 8. Territorium eines Drüsenganges.

Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contraktilen Substanzen.

Von

Dr. W. Kühne.

Die nachstehenden Untersuchungen, welche ich hiermit im Zusammenhang der Oeffentlichkeit übergebe, wurden im Laufe des letzten Winters und des jüngsten Frühjahrs ausgeführt. Sie sind als Vorarbeiten einer physiologisch-chemischen Arbeit zu betrachten, welche sich die Aufgabe stellt, den durch die Muskelbewegung bewirkten Stoffwechsel in seiner Beziehung zur Leistung des Thierleibes näher zu erforschen. Die feste Ueberzeugung, dass zur gedeihlichen Entwickelung der Physiologie die chemische Untersuchung mit dem physiologischen Experimente Hand in Hand gehen müsse, legte vor allen Dingen die Anforderung nahe, das Gebiet der Reizversuche nach einer Richtung auszudehnen, in welcher sie dem Chemiker als wirkliche Handhabe dienen können. Mehr beanspruchen die folgenden Mittheilungen nicht. Günstige äussere Verhältnisse, namentlich der tägliche Verkehr mit meinem Freunde und Lehrer, Herrn Claude Bernard, der mir sowohl im Collège de France, wie in der Sorbonne ein geeignetes Laboratorium zur ausschliesslichen Verfügung stellte, waren die besondere Veranlassung zu diesen physiologischen Studien. Es sei mir darum gestattet, für die erfahrene Gastfreundschaft meinen wärmsten Dank bei dieser Gelegenheit auszusprechen.

I. Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln.

Um die physiologische Leistung eines Muskels kennen zu lernen, ist es durchaus nöthig zu wissen, durch welche Ein-

flüsse seine Thätigkeit erweckt werden könne. Dass in den meisten Fällen der erregte motorische Nerv diese Rolle übernimmt, ist unzweifelhaft, und es ist daher eine der grössten Aufgaben, den näheren Vorgang bei der Uebertragung der Erregung vom Nerven auf den Muskel kennen zu lernen. In so weiter Ferne dieses Ziel auch noch liegen mag, dürfen wir gleichwohl hoffen, den richtigen Weg dahin zu finden. Die anatomische Untersuchung und das Experiment müssen beide den Nerven bei seinem Eintritt in den Muskel verfolgen, es wird sich dann zeigen, ob die eine Methode weiter reicht, als die andere. Wir beginnen mit der einfachsten auf Beschauung begründeten:

Anatomischen Untersuchung.

Seit längerer Zeit mit Beobachtungen über Reizung der Muskeln beschäftigt, bin ich bei dem dazu verwendeten Musc. Sartorius des Frosches auf einen so glücklich organisirten Apparat gestossen, dass ich Veranlassung nehmen musste, grade hier die Nervenverbreitung genauer zu studiren. Der Sartorius ist ein Muskel, welcher etwa an seinem mittleren Drittheil etwas nach unten zu, an der Seite seines inneren scharfen Randes einen einzigen sehr dünnen motorischen Nervenstamm (s. Fig. 1) empfängt, der in senkrechter Richtung zum Verlauf der Muskelprimitivbündel in denselben eintritt. Schon mit dem unbewaffneten Auge erkennt man, dass der Nerv gleich nach seinem Eintritt mehrfache Theilungen erfährt, aus welcher sehr zarte Fäden hervorgehen, die sich nach beiden Seiten hin allmälig dem Blicke entziehen. Um diese Theilung besser verfolgen zu können, ist es nöthig, das Mikroskop zu Rathe zu ziehen, und da der Muskel selbst im günstigsten Falle, wenn man über äusserst kleine Frösche disponiren kann, an Durchsichtigkeit mit manchen anderen platten Muskeln nicht wetteifern kann, so muss man ihn vorher so zubereiten, dass er diese Eigenschaft in mehr oder minderem Grade erhält. Sartorii von sehr kleinen jungen Fröschen werden nach 24 Stunden in Salzsäure von 0,1 pCt. fast so durchsichtig wie Glas und da diese Veränderung vorzugsweise die contractile Substanz und das Bindegewebe betrifft, so erscheinen die

Fig. 1. [1]

Nerven darin ausserordentlich deutlich als feine weisse Stränge und Fäden, welche mit grösster Leichtigkeit innerhalb des ganzen Muskels verfolgt werden können. Das Bild, das sich an einem so hergerichteten Muskel bei 250 facher Vergrösserung entfaltet, ist folgendes: Gleich nachdem der Nerv eingetreten, theilt er sich in 2 Aeste, einen oberen und einen unteren (c), welche in entgegengesetzter Richtung nach den beiden Enden des Muskels hin ihrem Ziele zugehen. Schon sogleich nach der ersten Theilung aber weichen wieder einige Fasern (f. f.) von ihrem ursprünglichen Wege ab, um sich auf die entgegengesetzte Seite zu begeben, und bei der folgenden Theilung der beiden genannten Nervenstämmchen wiederholt sich dieselbe Anordnung zum zweiten Male in der Weise, dass die für die beiden seitlichen Flächen des Muskels bestimmten Fäden manchmal unter Erzeugung wahrer Kreuzungen (xx) auf die entgegengesetzten Seiten übertreten. So entsteht das Bild von Nervenschlingen, in welchen wir nichts weiteres erkennen, als eine hartnäckige Neigung zur Plexusbildung, welche allen Nervenstämmen gemeinsam ist, und welche sich bis dicht vor dem Ziele oder dem Endappa-

1) Fig. 1. Ein Sartorius $2^{1}/_{2}$ Mal vergrössert. Die Zeichnung ist nach mehreren mikroskopischen Bildern zusammengesetzt. A. Die untere spitze Sehne am Kniegelenk. B. Die kurze breite Sehne, mit welcher der Muskel vom Os ilium entspringt.

rate derselben erhält. Seit den folgenreichen Entdeckungen R. Wagner's aber sind alle diese Bildungen ausschliesslich auf das Bereich der Stämme und selbst der intramuscularen Stämmchen verwiesen. Die eigentliche Endigung der motorischen Nerven besteht in Theilungen der einzelnen Primitivfasern, welche sich ohne Mühe in allen Muskeln nachweisen lassen. So ist also auch in dem Sartorius das eben geschilderte Bild der Schlingen auf einen sehr engen Raum beschränkt, indem dasselbe nur in der nächsten Umgebung der Nerveneintrittsstelle beobachtet werden kann. Nach beiden Seiten davon, nach oben und unten also, bei der vorwiegenden Längsdimension dieses Muskels, erkennt das Auge aber ein ganz verschiedenes Verhalten. Die einzelnen aus den Schlingen hervorkommenden Primitivfasern (p. p.) beginnen ihren Weg nun gemeinsam mit den Muskelbündeln, fast parallel zwischen ihnen liegend fortzusetzen, um immer weiter nach den Endpunkten des Muskels zu, jede einzeln in secundäre Röhren durch gabelförmige Theilungen zu zerfallen, häufig unter Bildung von nachweisbaren tertiären Röhren, welche aus der Theilung der secundären hervorgegangen. Plötzlich aber verschwinden diese Fasern ganz und das beste Mikroskop zeigt in der Nähe der Endpunkte des Muskels selbst mehrere Millimeter vor denselben (in E.E.), gar keine Nervenelemente mehr. Man wird einwenden, dass die Betrachtung des ganzen unzerfaserten Muskels hier nicht mehr competent sei, und ich habe mich deswegen zur feineren Untersuchung eines anderen Verfahrens bedient. Ich kenne kein besseres Mittel, um die Muskeln mit ihren Nerven klarer vor dem Auge auszubreiten, als die Betrachtung ganz frischer noch zuckungsfähiger Fasern. Ich reisse oder schneide aus dem Sartorius einen langen und schmalen Streifen heraus und isolire die einzelnen Primitivbündel mittelst der Nadel der Art, dass sie alle nur in einem Punkte an einander haften bleiben. So kann man an einem frischen und darum sehr weichen Muskel viele einzelne Primitivbündel sternförmig um einen Punkt herum gruppiren. Ohne eine Flüssigkeit zuzusetzen und ohne das Präparat mit dem Deckgläs-

chen zu bedecken, beschaue ich es hierauf bei starker Vergrösserung und da findet man dann auf's Schönste viele Nervenfasern ganz isolirt zwischen den Muskelbündeln liegen, häufig sogar an den Stellen isolirt, wo die Primitivfasern sich theilen, und wenn das Glück den Suchenden begünstigt, ereignet es sich auch wohl, dass man eine secundäre Faser an ein Muskelbündel herantreten sieht, um mit diesem unter Bildung einer schwachen kolbigen Anschwellung scheinbar zu verschmelzen. Dass diese Verbindung von Muskel und Nerven ziemlich solider Natur sei, konnte ich einige Male dadurch erkennen, dass der Nerv mit dem abgeschnittenen ganz isolirten Muskelprimitivbündel eben so gut in der nachträglich zugesetzten Flüssigkeit (Na Cl von 0,5 pCt.) herumgeschwenkt werden konnte, wie letzteres durch Zerren an der mit dem Nervenstamme noch zusammenhängenden Nervenröhre, ohne dass eine Verknüpfung durch umliegendes Bindegewebe nachzuweisen gewesen wäre. Alle Bemühungen, welche ich angewendet, um in das Muskelrohr hineinzuschauen, blieben indessen erfolglos, da es mir mit keinem Reagens gelingen wollte, den Nerven auf der inneren Seite des Sarkolemms wieder zu finden. Die Beobachtung ganz frischer Froschmuskeln gestattet also einigermassen den Verlauf der Nerven im Muskel zu erkennen, so lange sich jene ausserhalb des Sarkolemms befinden und deswegen sei hier noch hinzugefügt, dass man bei der gewissenhaftesten Durchmusterung aber auch Stellen im Muskel findet, welche niemals Nerven enthalten. Im Sartorius des Frosches ist dies constant der Fall dicht vor den beiden Endpunkten, so zwar, dass der ganze Muskel nervenhaltig befunden wird, mit Ausnahme einer Strecke von 2—5 Mm. für das obere breite Ende von 1—3 Mm. für den unteren spitzen Zipfel, je nach der Grösse des angewendeten Frosches. Dasselbe, was sich hier bei der Zerfaserung dieser Theile zeigt, tritt ebenfalls sehr deutlich bei der Betrachtung des ganzen mit stark verdünnter HCl durchsichtig gemachten Muskels hervor, selbst an grösseren Exemplaren, welche eben so gut untersucht werden können, wenn man sich des einfachen Kunstgriffes bedient, die-

selben ihrer ganzen Länge nach mit einem haarscharfen Rasirmesser in 2 Platten zu spalten, was ohne wesentliche Zerreissungen von Muskelbündeln oder Nervenfasern ausgeführt werden kann.

Weit entfernt dem mitgetheilten Befund irgend welche Bedeutung beizulegen, muss ich noch daran erinnern, dass derselbe Niemanden befremden kann, der überhaupt Muskeln auf ihre Nervenverbreitung untersucht hat. Kölliker behauptet sogar gradezu, dass selbst an dem so äusserst nervenreichen, bekannten und von Reichert genauer beschriebenen Brusthautmuskel des Frosches Stellen zu finden seien, wo in grösserer Ausdehnung gar keine Nerven vorkämen[1]), und dass die Nervenverbreitung im Omohyideus des Menschen eine ganz beschränkte, fast nur an der Eintrittsstelle des Nerven gelegene Vorrichtung sei.[2])

Da die letzten anatomischen Formen, durch welche der Nerv mit der contractilen Substanz verbunden ist, noch nicht bekannt sind, so lässt sich aus dem nicht mehr Sehen oder Aufhören der Nerven, wie es bisher beschrieben ist, nur wenig Verwerthbares für die Physiologie schliessen, und ich habe deswegen alle mögliche Mühe aufgewendet, um das wirkliche intramusculare Ende zu finden. Alle Muskeln der Wirbelthiere zeigten mir immer wieder dasselbe Bild; es war unmöglich andere Nerven als diejenigen ausserhalb des Sarkolemms zu sehen, bei den höheren Wirbelthieren gelang es nicht einmal, den beim Frosch unzweifelhaften organischen Zusammenhang zwischen der Primitivfaser und dem Muskelprimitivbündel isolirt zu erkennen. Das Bindegewebe, welches letztere an einander heftet, ist hier viel derber, und die Isolirung der Bündel ohne sehr kräftig wirkende Reagentien kaum möglich. Trotz alledem gewinnt man leicht die Ueberzeugung, dass alle Nerven markhaltig sind. Entzieht sich die letzte Ausbreitung dem Blicke, so geschieht dies nie der

1) Kölliker, Untersuchungen über die Wirkung der Gifte. Virchows Archiv Bd. X. S. 63.

1) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre.

Art, dass man zuerst das Mark verschwinden sieht, vielmehr scheinen sich die doppelten Contouren gleichmässig zu verlieren. Eigenthümliche Form des Bindegewebes, theils geschlängelte, theils straffe, vielfach anastomosirende Fasern, welche in mannichfachen Windungen die Primitivbündel umziehen und welche wohl kaum als künstliche Producte einer ganz homogenen Bindesubstanz betrachtet werden dürfen, scheinen Veranlassung zu der Meinung gegeben zu haben, dass die Nerven in den Muskeln Scheide und Mark verlören, so dass sie zuletzt als nackte Axencylinder zwischen den Primitivbündeln verliefen. Schiff, der dieser Ansicht huldigt, erwähnt übrigens selbst, dass jene nackten Axencylinder sehr leicht mit Bindegewebe verwechselt werden könnten. Da er sich aber jeder weiteren Andeutungen enthält über die Unterschiede, welche ihn selbst beide Formen trennen liessen, so muss seine Angabe gewiss mehr für ein subjectives Bedünken, als für das Resultat einer Untersuchung angesehen werden. Bei den Froschmuskeln sieht man ganz bestimmt, dass der Nerv seine Markscheide nicht verliert, überall, wo man ihn unzweifelhaft an das Sarkolemm herantreten sieht, besitzt er seine ganz unveränderte Structur, ja es scheint sogar, als wenn die Scheide hier meist stärker entwickelt sei.

Wenn ich nicht irre, sind es Meissner[1]) und Munk[2]), welche bei wirbellosen Thieren zuerst ein unzweifelhaftes Durchbrechen des Nerven durch das Sarkolemm beobachtet haben, Thatsachen, welche bisher noch nicht genügend berücksichtigt worden, bei ihrem grossen allgemeinen Interesse.

Die ausserordentliche Durchsichtigkeit der Muskeln vieler Wirbellosen, sowie die lange Dauer ihrer Erregbarkeit bestimmte mich auch bei diesen Thierclassen die Nervenverbreitungen in den Muskeln zu studiren. Durch die herrliche Arbeit Brücke's über das Verhalten der Muskeln in polarisirtem Lichte, in welcher recht augenscheinlich gezeigt ist, bis zu welcher ausserordentlichen Feinheit die Form erkannt werden kann, wenn alle optischen Hülfsmittel mit Geschick dem Objecte angepasst werden, wurde meine Auf-

1) Zeitschr. f. w. Zoologie Bd. V

2) Göttinger Nachrichten. J. 58. 1.

merksamkeit namentlich auf die Muskeln der Käfer hingeleitet. Die contractile Substanz bleibt hier selbst an sehr kleinen isolirten Muskelstückchen so lange im Besitze der Erregbarkeit, und bewahrt ihren durchsichtigen Zustand der Art, dass es ganz überflüssig ist, irgend welche Reagentien anzuwenden, falls man das Innere des Sarkolemms erkennen will. In den tracheenarmen Beinmuskeln von *Hydrophilus piceus* oder von *Oryctes nasicornis* findet man ein Object, das zur Erkennung des Endapparates des motorischen Nerven ungemein geeignet ist. Um unnöthiges Zerreissen der Nervenfasern zu vermeiden, thut man gut, die kleinen Muskelstückchen, welche man unter das Mikroskop bringt, sehr schmal, dafür aber möglichst lang zu nehmen, und dieselben auf dem Objectträger nur sehr schwach aus einander zu zerren. Ein solches Präparat bleibt dann noch mehrere Stunden in demselben Zustande, wie während des Lebens, zumal wenn man es in dem eigenen Blute der Thiere bewahrt. Alle einzelnen Muskelbündel zeigen die vielfach beschriebenen wellenförmigen Bewegungen der contractilen Substanz, so dass das Bild ein beständig wechselndes wird. Das Sarkolemm ist hier von ausserordentlicher Feinheit und wie es scheint, auch ganz structurlos. Hier und da sieht man aber auf demselben eingezogene krause Stellen, in deren Umgebung sich lappige Anhängsel finden, mit einem oder mehreren blassen Kernen versehen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass diese Gebilde die Reste von abgerissenen Nerven sind, sie führten mich zuerst dahin, grade hier auf die Letzteren genauer Acht zu geben, und es ist in der That nicht schwer, in einem mit Schonung hergerichteten Präparat eine Menge von Nerven zu finden, welche man eine grosse Strecke weit über das Gesichtsfeld verfolgen kann, und welche man endlich an den Ort ihrer Bestimmung ankommen, d. h. mit Zurücklassung der Scheide das Sarkolemm durchbrechen sieht. Nicht selten ist es mir gelungen, ein Muskelstückchen so herauszuschneiden, dass dasselbe noch an einem Stück des ansehnlichen Beinnerven hing und beide zusammen dann der Beobachtung zu unterwerfen.

Die Nerven von *Hydrophilus piceus* lassen eine deutliche kernhaltige Scheide erkennen, welche schwach längsstreifig ist und den ziemlich dicken Nerven wie ein straffes Gewand umgiebt. Obgleich die Ansicht sehr verbreitet ist, dass die peripherischen Nerven der Wirbellosen mehr den sogenannten grauen sympathischen Fasern des Wirbelthieres entsprechen, muss ich doch ganz bestimmt hervorheben, dass in den unzweifelhaft motorischen Fasern der Beine bei den Insecten ganz entschieden dunkelrandige, markhaltige Primitivfasern vorkommen, welche die grösste Masse derselben bilden. Es wäre möglich, dass die motorischen und sensibeln Fasern bei den Wirbellosen verschiedene Structur besitzen, wenigstens ist es unzweifelhaft, dass neben den allgemein bekannten grauen Fasern auch häufig breite markhaltige vorkommen, wie beim Flusskrebs nach Haeckel, Remak u. A. oder bei *Lampyris splendidula* nach Leydig. Das im Innern der Scheide liegende Mark ist minder glänzend als das der höheren Thiere, gerinnt auch in weniger seltsamen Formen als bei jenen, es charakterisirt sich aber immer sehr deutlich gegen die Scheide hin, wo man eine sehr dicke und breite Linie die Grenze bezeichnen sieht. Nach der Axe der Röhre zu erscheint es schwach granulirt und nur selten sieht man hier bei der Gerinnung nochmals eine zarte dunkle Linie entstehen, welche das Mark von dem Axencylinder abgrenzt. Bei alledem bieten diese Nervenfasern doch immer ein Bild dar, welches sehr viel blasser als bei den Wirbelthieren ist, wenn auch der Strang als Ganzes, in welchem viele solcher Primitivfasern neben und über einanderliegen, gar nicht verkannt werden kann. In einem anderen Punkte weichen indessen die motorischen Nerven der Käfer sehr von denen der höheren Thierwelt ab, das ist in Betreff ihrer ausserordentlich zahlreichen Theilungen. Man sieht bisweilen eine Nervenröhre in weiten Abständen 5 bis 6 secundäre Aeste abgeben, welche nicht selten in rechtwinkliger Richtung die Mutterröhre verlassen. Nach der Peripherie zu werden sie etwas schmaler, wie auch die secundären Nerven nie so breit sind als die Stammfaser. In der Structur dagegen tritt gar

keine Veränderung ein, man unterscheidet dicht vor dem Eintritt in das Sarkolemm noch sehr gut Scheide und Mark, ja auch mitunter ohne Anwendung von Reagentien einen verhältnissmässig breiten Axencylinder. Nach dem Durchtritt der Nerven durch das Sarkolemm sieht man auf der inneren Seite des Letzteren bei guter Einstellung in der Regel den nackten Axencylinder als ganz kurzen Stumpf in die contractile Substanz hineinragen, dicht daneben aber eine von der klaren einfach brechenden Grundsubstanz der Muskeln unterschiedene trübe Masse, welche mit einer anderen gleich zu beschreibenden Einrichtung in engster Verbindung zu stehen scheint.

Man erinnert sich, dass Leydig für die Muskeln ein besonderes System von Hohlräumen aufgestellt hat, unter welchem er alle bisher in den Muskeln als Kerne oder Muskelkörperchen benannten, von der contractilen Substanz verschiedenen Bildungen zusammenfasste Diese Lehre hat durch Kölliker die heftigsten Angriffe erfahren, der seinerseits Leydig's Hohlräume allein auf die Kerne zurückführt, sich selbst aber als den Entdecker wirklicher Lücken bezeichnet, in welchen eine feine körnige Masse eingelagert sei. Es kann nicht darüber gestritten werden, woran der Eine oder der Andere eine Lücke erkannt habe, denn es ist gewiss, dass der Inhalt der Lücke durch irgend etwas von dem umgebenden Geweben verschieden in der Lichtbrechung oder Durchsichtigkeit gewesen sein müsse, da man sie sonst eben nicht hätte sehen können. Kommen jene Körnchenreihen Kölliker's nicht in gesonderten Gebilden vor, sondern liegen sie nur einfach in der Muskelsubstanz eingebettet, so ist es schliesslich dasselbe, ob man sagt: eine Lücke mit einem Körnchen darin, oder Körnchen in der umliegenden Substanz. Nach meinen eigenen Beobachtungen kann ich nicht zweifeln, dass alle 3 Dinge constant in den Muskeln vorkommen, nämlich grosse, bläschenartige Kerne, feine reihenweis angeordnete Körnchen und endlich Lücken von verschiedener Grösse, in welchen keine Körnchen liegen — Vacuolen.

Die Vacuolen sieht man vorzugsweise an ganz frischen Muskeln. Sie sind in der Regel spindelförmig, scheinen zuweilen durch einen Canal je 2 oder 3 zusammenzuhängen und verschwinden durch einen mässigen Druck fast alle. Man sieht sie häufig an ganz frischen Froschmuskeln, welche man noch zuckend ohne Deckglas unter das Mikroskop bringt. Legt man das Deckglas auf, so verschwindet der grösste Theil, nur einige wenige bleiben, welche nicht alle dem stärkeren Drucke weichen. Immer aber sind diese Vacuolen, selbst wenn sie beständig bleiben, sehr gut von den Kernen zu unterscheiden durch ihren eigenthümlichen röthlichen Glanz, um so mehr als Froschmuskeln ohne Behandlung mit Reagentien nur sehr schwierig die im Innern liegenden Kerne erkennen lassen. Die Reihen feiner Körnchen, welche Kölliker zuerst beschrieben, finden sich in jedem Muskel überall in seiner ganzen Länge und dürften schwerlich übersehen werden können, wenn man danach sucht. Bei den Muskeln von *Hydrophilus* oder *Oryctes* sieht man nun von allen diesen Dingen sehr wenig, die grossen bläschenförmigen Kerne sind sehr selten, und auch die feinen Körnchen Kölliker's finden sich nur sehr vereinzelt. Jedes Primitivbündel zeigt dagegen, und zwar während es noch reizbar und ganz unverändert ist eine oder mehrere Reihen von höchst regelmässig angeordneten Körnerzügen, welche, wie es scheint, von Amici, dessen Originalabhandlung mir leider nicht zugänglich ist, genauer berücksichtigt wurden. Diese Gebilde durchziehen das Primitivbündel für mehr oder minder grosse Strecken meist der Art, dass ein Streifen in der Axe und 2 andere am Rande hart unter dem Sarkolemm liegen, zwischen welchen sich hie und da Anastomosen befinden, aus denen manchmal noch ein 4ter Streifen hervorgeht.

Die Abbildungen werden besser als jede Beschreibung die Beschaffenheit dieser Organe darstellen. Man sieht eine Reihe von schwach vierkantig verdrückten kernartigen Körpern hinter einander liegen, durch Zwischenräume getrennt, welche von sehr verschiedener Länge sind, zuweilen die Grösse der Körperchen (etwa 0,003''') um das 4fache über-

treffen, häufig aber auch so gering sind, dass 2 Körperchen sich fast unmittelbar berühren. Diese Räume werden dadurch sichtbar, dass in ihnen eine Substanz liegt, welche von der contractilen Materie des Muskels verschieden aussieht, nämlich weniger klar und schwach granulös oder staubig. Ob die reihenweis angeordneten Körner, an welchen man nur sehr selten etwas dem Kernkörperchen Analoges sieht, mit den zwischen ihnen liegenden trüben band- oder canalartigen Räumen von einer Membran umschlossen sind, lässt sich nicht sagen, wohl aber sieht man zuweilen eine Reihe solcher Körner aus dem Querschnitt des Primitivbündels herausragen, wenn auch meist so, dass eine diffuse Masse von coagulirter Muskelsubstanz darum herumliegt. Beim Zusetzen von sehr verdünnter Salzsäure oder einer äusserst schwachen Kalilauge, welche die Insectenmuskeln fast bis zum Verschwinden durchsichtig machen, erkennt man die geschilderten Bildungen besonders deutlich, namentlich bei kurzer Einwirkung des Reagens. Nach längerer Zeit leidet die Deutlichkeit aber ebenso wie die der Muskelsubstanz selbst. Durch diese Behandlung werden die Körner etwas runzliger, was indessen zum Theil von der Zusammenziehung der Muskeln herrühren mag. Man sieht z. B. häufig, dass beim Uebergleiten einer Contractionswelle über das Primitivbündel, oder bei der allmäligen Formveränderung während des Eintritts der Todtenstarre die Zwischenräume zwischen den Körnern breiter und kürzer werden, und auch diese selbst ihre Form etwas ändern. In diesem Zustande bringen sie eine Erscheinung hervor, als ob in dem quergestreiften Muskel Bänder mit noch breiteren Querstreifen lägen.

Wie sich nachweisen lässt, stehen die beschriebenen Organe mit den das Sarkolemm durchbrechenden Nervenfasern in Verbindung, im innigen Contacte. Jedes Mal, wenn man einen Nerven in das Sarkolemm eintreten sieht, findet man ihn gewöhnlich unmittelbar da, wo grade unter dem Sarkolemm ein solcher Körnerzug entlang läuft. Von dem Axencylinder sieht man dann, wie erwähnt, nur einen kurzen Stumpf, er scheinst selbst granulös zu werden und in diesem

Zustande identisch zu sein mit der zwischen den Körnern liegenden Zwischensubstanz. Im Falle der Axencylinder nicht an einer solchen Stelle eintritt, gelingt es bisweilen dadurch über sein Verbleiben Auskunft zu erhalten, dass das Muskelprimitivbündel an diesem Orte auseinanderreisst, wo man ihn dann mit einer kurzen Biegung an eine mittlere Körnerreihe sich anschliessen sieht.

Nach dem Vorgebrachten wird nun wohl die Annahme berechtigt sein, dass die Körnerreihen der Insectenmuskeln nichts anderes sind, als Ausbreitungen des wahren intramuscularen Axencylinders der motorischen Nervenfasern. Die allerletzte Endigung dieser Apparate besteht darin, dass die reihenförmig angeordneten Körner immer kleiner und kleiner werden, bis endlich das Auge die in regelmässiger Anordnung mit den Disdiaklassen durchsetzte contractile Substanz nicht mehr von den äussersten Spitzen zu trennen vermag. Erwähnt mag noch werden, dass eine einzige motorische Nervenfaser durch mehrere secundäre Aeste mit ein und demselben Muskelprimitivbündel auf diese Weise in Verbindung treten kann.

Welches Organ bei den Wirbelthieren die Vermittlung zwischen dem Nerven und dem Muskel übernimmt, ist noch vollkommen unbekannt. Möchten die Histologen diese die ganze Nerven- und Muskelmechanik auf's Tiefste berührende Frage einer baldigen Entscheidung entgegen bringen. Es wäre möglich, dass ein Theil der bisher als Kerne oder Hohlräume beschriebenen Formen für die Erkenntniss des intramuscularen Nerven einen Anhalt geben könnte. Wer dieselben einer näheren Betrachtung unterwirft, wird finden, dass grosse Verschiedenheiten darunter existiren. Es giebt ganz platte, olivenförmige, schraubenartig gedrehte und gerunzelte, matt granulirte und dabei sehr blasse Kerne. In den feinen, vielfach verästelten Muskeln der Froschzunge kommt sogar eine Art von centralem Canal vor, der platte, wie Scheiben über einander geschichtete Kerne oder „Körner" enthält, bei denen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Körnerreihen der Insectenmuskeln unverkennbar ist. Das-

selbe sieht man auch mitunter bei den Fasern des platten Brustmuskels der Frösche.

In Uebereinstimmung mit der beim Frosch am Sartorius sich darstellenden Weise, verhalten sich auch die wirklich innerhalb des Sarkolemms befindlichen Nerven bei Insecten. Hier wie dort ist der Muskel in der Nähe der Nerveneintrittsstelle ungemein reich an Nervensubstanz, während weiter davon entfernt, nach beiden Richtungen hin die Nerven verschwinden, so dass die anatomische Untersuchung eine auffallende Armuth oder sogar ein gänzliches Fehlen der Nerven für gewisse Theile des Muskels oder des einzelnen Primitivbündels ergiebt.

Nach dieser anatomischen Darstellung will ich jetzt versuchen zu zeigen, wie die

Experimentelle Untersuchung

ebenfalls auf denselben Gegenstand ihr Ziel richten kann. Sicherlich giebt es keine physiologische Aufgabe, welche nicht auch von dieser Seite angegriffen werden könnte. Die mannichfache Abwechselung, welche die künstliche Veränderung der natürlichen Bedingungen gestattet, worin doch nur das Experiment besteht, dient auch hier zu einem sicheren Führer und Prüfstein. Wir schliessen uns zu dem Ende hier ganz an Das an, was die Anatomie lehrt, und beginnen Schritt für Schritt den Nerven bei seinem Eintritt in den Musc. Sartorius zu verfolgen.

Ein sehr einfacher Versuch beweist zunächst, dass die Punkte des Sartorius in der Nähe der Nerveneintrittsstelle in wirksamer Verbindung mit dem motorischen Nerven sind. Man braucht eben nur allmälig Stücke von beiden Enden des Muskels abzuschneiden, um zu finden, dass das jedesmal gewonnene Mittelstück durch schwache elektrische, chemische oder mechanische Reizung des Nervenstammes zur Contraction gebracht werden kann, und dass selbst das kleinste Muskelstückchen, welches man dem Nerven ohne Zerstörung der Theile anhaften zu lassen vermag, ganz dasselbe Phä-

nomen zeigt. Es kann also kein Zweifel darüber sein, dass der Nerv bei seinem Eintritt in das Paquet von Muskelprimitivbündeln sofort zur Herrschaft über dieselben gelangt, dass also die erforderliche Verknüpfung von Muskel und Nerv nicht ausschliesslich an die beiden Enden des Sartorius verlegt ist, bei welchen sich sogar sehr wesentliche Verschiedenheiten gegenüber der Anordnung in dem Mittelstück nachweisen lassen.

J. Rosenthal hat den interessanten Nachweis geführt,[1]) dass der motorische Nerv viel leichter durch geringere elektrische Stromesschwankungen erregt werden kann, als der Muskel selbst bei directer Reizung, dass der Nerv nämlich erregbarer ist als der Muskel. Bei ausschliesslicher Anwendung des elektrischen Reizes darf also von vornherein vorausgesetzt werden, dass ein Muskel, welcher viele intramusculare Nerven enthält, erregbarer sei, als ein anderer, welcher deren weniger besitzt, oder dass ein und derselbe Muskel von den Punkten aus leichter zur Zuckung veranlasst werden könne, wo er reich an Nerven ist, als von solchen, wo dies nicht der Fall ist. Die Voraussetzung bestätigt sich nun für den Sartorius des Frosches in auffallender Weise.

Wir legen den sorgfältig präparirten und ohne jede Verletzung, selbst ohne Anlegung eines Querschnittes isolirten Muskel, welcher nach unten von seiner spitzen Sehne am Kniegelenk, nach oben von seinem sehr kurzen und breiten sehnigen Ansatze am Os ilium begrenzt ist, auf die durch 2 feine Platindrähte gebildeten Elektroden der secundären Spirale des du Bois'schen Schlittenelektromotors. Die Anordnung ist der Art, dass die constant um 2 Mm. von einander entfernten parallelen Elektroden (e e e e Fig. 2), welche der Bequemlichkeit wegen mit halber Dicke in eine feste Guttapercha- oder Glasplatte eingelegt sind, dem Muskel etwas oberhalb der Nerveneintrittsstelle anliegen (in a), und zwar in einer zum Verlauf der Faserung senkrechten Rich-

1) Moleschott's Untersuchungen z. N. d. M. u. d. Th. 1857.

Fig. 2.

tung. Nach dem Vorgange Rosenthal's entfernen wir nun die secundäre Spirale des Inductionsapparats, dessen Elektromotor in einem Grove'schen Element besteht, so weit von der primären Rolle, dass das Hinwegräumen einer in den secundären Kreis vor dem Muskel angebrachten Nebenschliessung keine Zuckung verursacht. Während der Apparat in Thätigkeit bleibt, wird nun die secundäre Spirale langsam an die primäre angeschoben und erst dann in Ruhe gebracht, wenn der Muskel die ersten Spuren von Zuckungen zeigt. Für den Fall, dass die Präparation ohne Fehl war, dass der verwendete Frosch sich in den günstigsten Umständen befand, beginnen diese Zuckungen sogleich in der ganzen Länge und Breite des Muskels, während anderen Falls die Zuckungen nur fibrillär sind, wenn der Werth der durch die jedesmalige Stellung der secundären Rolle bedingten Stromesschwankungen diejenige Grösse erreicht, bei welcher zuerst Reizung erzielt wird. Jetzt lege man den Muskel statt mit irgend einer Stelle seiner Mitte mit einer dicht vor dem oberen Ende gelegenen Strecke (b) auf die Elektroden und lasse denselben Reiz durch Aufhebung der Nebenschliessung einwirken. Ohne Ausnahme entsteht nun in diesem Falle niemals Zuckung, die Erregung ist für diese Anordnung nicht mehr ausreichend und man ist in der Regel genöthigt, die secundäre Rolle noch um mehrere Centimeter der primären zu nähern, um Zuckung zu erhalten, welche dann aber ebenfalls sogleich über die ganze Länge des Muskels sich verbreitet. Der erste Einwurf, welcher sich hier nun entgegenstellt, besteht darin, dass der Musc. Sartorius schwach pyramidal geformt ist, und das

seine breitere Basis am oberen Ende liegt, während die Spitze der Pyramide vom unteren Ende eingenommen wird. Bei näherer Betrachtung überzeugt man sich aber, dass der Querschnitt des Muskels fast von der Stelle des Nerveneintritts an, bis zum oberen Ansatze hin nahezu derselbe bleibt, und dass die pyramidale Zuspitzung erst unterhalb des Hilus (H) beginnt. Der grössere Querschnitt und die dadurch bedingte geringere Stromdichte in den einzelnen Punkten des oberen Muskelstücks kann also nicht gut der Grund sein für die Nothwendigkeit stärkerer Inductionsschläge, wenn Zuckung eintreten soll. Da die Messung des frischen Muskelquerschnitts indessen mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist, so kommt es erwünscht, dass der Versuch auch unter den entgegengesetzten Umständen stets denselben Erfolg darbietet. Um dies zu zeigen legen wir statt der oberen breiten Basis der Muskelpyramide die untere Spitze (c) derselben, deren Querschnitt vielleicht nur der Hälfte von dem der Mitte des Muskels entspricht, auf die Elektroden, und eben so ausnahmslos findet sich auch dann, dass der Abstand zwischen den beiden Spiralen des Inductionsapparats vermindert werden muss, um Zuckung zu erzeugen, wenn derselbe grade so gross war, dass der Muskel bei Anlegung der Elektroden auf seine mittleren Punkte (d) mit den ersten Anfängen der Zuckung antwortete. Die Differenz ist bei dieser Abänderung des Versuchs natürlich nicht so bedeutend, wie bei dem Vergleiche zwischen der Mitte und dem oberen Endstück, sie beträgt aber immer mindestens die Grösse eines Centimeters, um welchen der Abstand der beiden Inductionsrollen verkürzt werden muss. Man könnte geneigt sein, diese Thatsachen mittelst einer durch die 3 Reizversuche allmälig verminderten Erregbarkeit des Muskels zu erklären, wenn nicht dagegen der Umstand spräche, dass das Resultat dasselbe bleibt, gleichviel ob die Reihefolge der 3 Versuche auf jede beliebige Weise verändert wird, so wie die andere Thatsache, dass die Abnahme der Erregbarkeit eines zu vielen Versuchen benutzten Muskels innerhalb einer

Viertelstunde durch diese relativ grobe Methode kaum zur Wahrnehmung gebracht werden kann.

Die geringere Erregbarkeit der beiden Endstücke des Muskels im Vergleich zu den mehr in der Mitte gelegenen Punkten stimmt nun in auffallender Weise überein mit dem durch das Mikroskop wahrscheinlich gemachten Mangel der Nerven in jenen Theilen; es sind aber bei diesem verwickelten Gegenstande noch so viele andere Möglichkeiten denkbar, dass es gut sein wird, alle Erklärungen herbei zu ziehen, welche nur irgend auf die vorliegenden Erscheinungen angewendet werden können. Meiner Meinung nach giebt es 3 Umstände, welche Unterschiede in der Erregbarkeit für verschiedene Punkte eines und desselben Muskels bedingen können, und welche alle zusammen grade am Sartorius besonders deutlich sich ausprägen müssen. Der Muskel sowohl wie der Nerv sind beide erregbar, und der Grad der Erregbarkeit der Combination von Muskel und Nerv ist daher nothwendig abhängig von der Grösse der Erregbarkeit dieser beiden Factoren. Da nun in dem Sartorius, von der Eintrittsstelle des Nerven bis zu seinem oberen Ende hin, die contractile Substanz nahezu auf allen Querschnitten sich gleich bleibt, so können in diesem Theile des Muskels Unterschiede nur bedingt sein durch eine grössere oder geringere Menge der zwischenliegenden Nerven, ausserdem aber nur durch qualitative Verschiedenheiten der contractilen Substanz selbst, oder durch eben solche Unterschiede der Nervensubstanz. Es ist leicht nachzuweisen, dass der erstere Umstand wirklich stattfindet. Dort, wo der Nerv eintritt, ist der Muskel sehr reich an Nerven, und da diese allmälig mit den Primitivbündeln in Verbindung treten, so nimmt die Zahl der Nerven in den von unten nach oben hin der Reihe nach angelegt gedachten Querschnitten allmälig ab. Es ist ferner im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die von Pflüger und Rosenthal entdeckte Abnahme der Erregbarkeit der motorischen Nerven nach der Peripherie zu, auch für die intramusculären Aeste gilt, und daraus allein würde es erklärlich werden, warum der Sartorius an einem von der

Nerveneintrittsstelle entfernteren Punkte weniger erregbar ist, als an einem diesem näher gelegenen. Bis zu einem gewissen Grade kann der Werth dieser beiden Umstände für die Erregbarkeit des Sartorius erkannt werden, indem man die Grösse der Reizung an den verschiedensten Punkten so genau als möglich zu schätzen sucht; die 3te Möglichkeit, dass die contractile Substanz selbst nicht an allen Orten gleich erregbar sei, fällt von selbst, wenn nachgewiesen werden kann, dass ein Muskel, der durch irgend ein Mittel seiner Nerven beraubt worden, keine Punkte verschiedener Erregbarkeit mehr darbietet. Ich hoffte, durch die nachfolgenden Versuche eine richtige Vorstellung aller Verhältnisse geben zu können.

Um ein genaueres Maass für die Erregbarkeit zu haben, wird die Reizung nicht durch Inductionsschläge, sondern durch Schliessung und Oeffnung einer constanten Kette ausgeführt, deren Stromstärke durch einen zur Nebenschliessung angeordneten Rheochord beliebig abgeschwächt werden kann. Der Muskel wird ebenfalls wieder auf die in eine Glasplatte eingelassenen, um 2 Mm. einander genäherten Elektroden gelegt, und die Schliessung und Oeffnung der Kette mittelst eines in ein Quecksilbernäpfchen getauchten verquickten Kupferhakens bewerkstelligt. Bei dieser Einrichtung des Versuches und bei Anwendung von einem Grove'schen Element, erhielt ich durchschnittlich bei den meisten Muskeln eine Differenz von 30 Ctm. des 0,5 Mm. dicken Neusilberdrahtes am Rheochord, um welche der eingeschaltete Draht vermehrt werden musste, wenn der Rheochordschieber zu Anfang des Versuchs so stand, dass grade Zuckung von einem 1 Mm. oberhalb der Nerveneintrittsstelle gelegenen Punkte aus erhalten war, und wenn dann die Elektroden dem oberen, 1 Mm. vor dem Ende gelegenen Theile des Muskels angelegt wurden. Also abermals dieselbe Differenz in der Erregbarkeit für dieselben Muskel-Abtheilungen wie vorher. Sehen wir zu, ob alle diese Erscheinungen aus der absteigenden Curve der Erregbarkeit der motorischen Nerven vom Centrum nach der Peripherie zu erklärt werden können.

Unter dieser Voraussetzung müsste die Erregbarkeit des Muskels von dem Hilus nach den beiden Enden zu auch allmälig abnehmen entsprechend der Gestalt jener Curve. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Zur Vereinfachung soll nur die Strecke zwischen dem Hilus und dem oberen Ende (B) betrachtet werden. In a (Fig. 2) ist die Erregbarkeit am grössten, in a′ aber wird sie allerdings geringer, so dass die Differenz am Rheochord nicht selten 10 Ctm. beträgt. Verschiebt man jetzt die Elektroden von a′ durch a″ nach a‴, so ist das Minimum der Reizung für alle diese Strecken durchaus dasselbe, sehr geringe Differenzen abgerechnet, welche sich gewiss aus ganz geringen Schwankungen der Grösse des Muskelquerschnitts erklären lassen. Nie betragen diese Differenzen zwischen den innerhalb a′ und a″ gelegenen Stellen an dem Drahte des Rheochords mehr als 2 bis 3 Ctm. Augenblicklich aber, so wie die Elektroden a‴ überschreiten, stösst man auf den Theil des Muskels, wo die Erregbarkeit plötzlich abfällt, wo bis 20 Ctm. neuen Neusilberdrahts vor dem Schieber des Rheochords gelegt werden müssen. Von a‴ bis zu dem sehnigen Ende B bleibt dann die Erregbarkeit abermals wieder in allen Punkten dieselbe.

Man frägt sich, woher es komme, dass bei dem zweifellosen Ansteigen der Curve der Erregbarkeit des Nerven nach dem Cerebrospinalcentrum zu die Erregbarkeit in a′, a″ und a‴ gleichbleiben können und man könnte glauben, dass die für die extramuscularen Nerven gefundenen Thatsachen keinen Schluss auf ein analoges Verhalten der intramuscularen Aeste gestatten. Es möchte aber dabei wohl zu bedenken sein, dass die Erregbarkeit eines gegebenen Muskelstücks, selbst für den Fall, dass das Minimum der Reizung nur den darin eingebetteten Nerven treffe, nicht von der Zahl der Nervenprimitivfasern abhänge, welche sich nach Reichert's Untersuchungen am Brusthautmuskel des Frosches, von der Nerveneintrittsstelle aus ganz beträchtlich vermehrt, was ich für den Sartorius durchaus bestätigen kann. Diese Vermehrung der Angriffspunkte, welche der Nerv durch die Theilung der Primitivfasern darbietet, dürfte dann wohl minde-

stens hinreichend sein, um seine Abnahme der Erregbarkeit gegen die Peripherie hin auszugleichen, vielleicht könnte sie wohl gar das Umgekehrte bewirken, wenn nicht eine ansehnliche Menge der Fasern schon vorher, nahe am Hilus, in der contractilen Substanz ihr letztes Ende fände. — Durch den Umstand, dass die Erregbarkeit des Muskels auf längere Strecken fast dieselbe bleibt, sei es da, wo Nerven zu sehen sind, oder da, wo das Mikroskop keine nachzuweisen vermag, sind also die Annahmen nahezu beseitigt, welche die Unterschiede in der Erregbarkeit zwischen je 2 derartigen Strecken auf Differenzen in der Nervenbahn selbst oder in der contractilen Substanz allein beruhend erscheinen lassen konnten. Es bleibt jetzt nichts übrig als den Grund zu suchen in der absoluten Vertheilung der Nerven, und zwar im Anschluss an die anatomische Beobachtung, in dem gänzlichen Fehlen der Nerven an den Enden des Sartorius. Folgendes ist der Versuch, der mir dies auf's Schlagendste zu beweisen scheint.

Ich richte einen Sartorius im Zusammenhange mit einer längeren Strecke seines Nerven her, und brücke den letzteren über die Zinkelektroden einer kräftigen 4—6 gliedrigen kleinen Grove'schen Kette, deren Strom den Nerven hart vor seinem Uebergange in den Muskel in aufsteigender Richtung durchfliesst.[1] Auf diese Weise können wir uns beliebig einen Muskel verschaffen, dessen Nerveneinfluss so gut wie eliminirt ist, wenn die Reizung eine bestimmte Grenze nicht übersteigt. Die letztere wird an dem Sartorius jetzt wieder ebenso wie vorher bewerkstelligt, mittelst Schliessung und Oeffnung des Stromes von einem Grove'schen Element, das durch den Rheochord unvollkommen geschlossen erhalten wird. Der Muskel befindet sich in dem Zweigstrome des Rheochords innerhalb desselben die Schliessung und Oeffnung durch Eintauchen und Herausziehen eines verquickten Kupferhakens

1) Näheres über die Präparationsmethode und die Apparate in meiner Mittheilung über Muskelzuckungen ohne Betheiligung der Nerven: 3. Heft. 1859 dieses Archivs.

Fig. 3.

aus einem mit dem einen der beiden Leitungsdrähte verbundenen Quecksilbernäpfchen geschieht. Die auf 2 Mm. constant genäherten Platindrahtelektroden dienen wiederum für die directe Muskelreizung; sie werden dem Muskel zuerst in a (Fig. 3) angelegt, und dem Strome die durch die Pfeile bezeichnete mit dem constanten Strome im Nervenstamme gleiche Richtung gegeben. Im Muskel ist der Strom also absteigend von dem oberen Ursprunge B nach dem unteren Ansatze A hin, während er in dem intramusculären Nerven aufsteigend ist. Zur Vermeidung von Einwänden sei noch erwähnt, dass die Anlegung irgend eines gleichartigen metallischen Bogens an den Muskel keine Zuckung erzeugte, während der starke constante Strom in dem Stamme des Nerven kreiste.

Der Kreis der 6gliedrigen Säule sei nun geöffnet, der Nerv also nicht im Zustande des Elektrotonus, womit der Versuch beginnt. Durch Hin- und Herschieben des Rheochordschiebers wird nun diejenige Stromstärke gesucht, bei welcher der Muskel durch Schliessung und Oeffnung grade zu zucken beginnt. Ist es geglückt, Alles so einzurichten, dass der Muskel fast in seiner ganzen Breite und Länge bei einer bestimmten Stellung grade deutlich zu zucken beginnt, so wird die Länge des eingeschalteten Neusilberdrahts gemessen und notirt.

Verschiebt man sodann die Platinelektroden von der Mitte

des Muskels nach dem oberen Ende desselben, von a nach b, so zeigt sich, was nach dem Vorhergehenden keiner weiteren Erörterung bedarf, dass die Länge des Neusilberdrahts für diese Anordnung vermehrt werden muss, um jetzt abermals Zuckungen hervorzurufen. Die Differenz beträgt im Durchschnitt immer etwa 30 Ctm. Wir bringen nun die Elektroden wieder auf ihre vorige Lage in die Mitte des Muskels zurück (nach a) und lassen nun durch Umlegen einer Pohl'schen Wippe den Strom der constanten Kette plötzlich in den Nervenstamm hereinbrechen. Hat der Rheochordschieber wieder denselben Platz wie zu Anfang des Versuchs erhalten, so tritt durch Schliessung und Oeffnung des 2. Kreises jetzt keine Zuckung mehr ein. Der Muskel bleibt ganz in Ruhe, da die Schliessung des Stromes für den Nerven bei aufsteigender Richtung keine Schliessungszuckung erzeugt. Durch Probiren mittelst Verrückung des Rheochordschiebers wird diejenige Länge des eingeschalteten Neusilberdrahts gefunden, bei welcher der Muskel jetzt zum Zucken kommt, und diese entspricht wiederum etwa der Verlängerung um durchschnittlich 30 Ctm. unter den angegebenen Umständen. Wird der Rheochordschieber jetzt abermals auf seine ursprüngliche Lage zurückgebracht, und die Platinelektroden nach dem oberen Ende b des Muskels verrückt, so entstehen begreiflicher Weise jetzt ebenfalls keine Zuckungen, sondern der Schieber muss weiter von der Theilungsstelle des Stromes entfernt werden. In der Regel zeigt sich hier dann, dass der Muskel auch bei dieser Elektrodenlage zum Zucken kommt, und zwar fast genau bei derselben Stellung des Schiebers, bei welcher Schliessung und Oeffnung an jedem beliebigen anderen Puncte in der Länge der Primitivfasern Zuckung erzeugt. Der Fall tritt am reinsten und deutlichsten ein, wenn die Erregbarkeit sämmtlicher einzelnen Primitivbündel nahezu gleich ist, wenn also die ersten Anfänge der Zuckung sich nicht blos hie und da zeigen, also nur fibrilläre Zuckungen bei dem Minimum der Reizung eintreten, sondern wenn der ganze Muskel sogleich zu zucken beginnt. Der Strom für den Nerven wird nach beendetem Versuch geöffnet,

worauf die Erscheinungen mit der Oeffnungszuckung abgeschlossen sind.

Derselbe Versuch kann nun auch so wiederholt werden, dass der untere Abschnitt des Sartorius H. A. Fig. 3 auf den Platinelektroden verrückt wird, wofür dem Strome durch Umlegen eines Commutators die aufsteigende Richtung im Nerven und Muskel zugleich gegeben werden muss. Das Resultat ist dann natürlich nicht genau dasselbe, da der Muskel beim Aufliegen auf den Elektroden nahe an dem sehnigen Ende (bei d) schon zuckt, wenn der Rheochordschieber so placirt ist, dass die in c oder a angelegten Elektroden noch keine Zuckungen erzeugen, vorausgesetzt, dass der Eektrotonus des Nerven nur den Rest der Erregbarkeit des Muskels zur Erscheinung kommen lässt. Das Resultat erklärt sich daraus, dass das untere spitze Ende des Sartorius eben einen so viel geringeren Querschnitt besitzt als die Mittelstücke c und a. In dem Versuche spiegelt sich also die reine Erregbarkeit der contractilen Substanz wieder, welche ganz unabhängig von dem Nerven ist und derselbe beseitigt unmittelbar die Annahme, dass die verschiedene Erregbarkeit einzelner Muskelpartien in Differenzen der contractilen Substanz selbst gelegen seien.

Die Sache ist also kurz folgende. Der Muskel, welcher erregbare Nerven enthält, zeigt in Uebereinstimmung mit der Nervenverbreitung Punkte verschiedener Erregbarkeit. Bei dem Sartorius (She. Fig. 3) ist dieselbe am grössten in a, sinkt darauf etwas oberhalb a und bleibt dann wiederum gleich in a′ und a″. Weiter nach dem Ende zu in b sinkt dann die Erregbarkeit beträchtlich und bleibt von dort an wieder dieselbe bis b′. Alle diese Unterschiede fallen plötzlich weg, wenn die im Innern liegenden Nerven durch den constanten Strom, welcher den Stamm N bei EE durchfliesst, gelähmt werden. Ein bestimmtes Minimum der Reizung genügt, um den Muskel nunmehr von allen Punkten aus in Zuckung zu versetzen und zwar ist dieses Minimum gleich mit dem Werth der Reizung der vorher für die Orte b und b′ gefunden war. Die Gesammterregbarkeit des Muskels wird also durch den

Elektrotonus im Nerven nur herabgesetzt bei a, a' und a'', bleibt aber in b und b' dieselbe, so dass der lähmende Strom über ein grosses Muskelgebiet gar keinen Einfluss hat.

Es ist natürlich, dass die lähmende Wirkung des aufsteigenden constanten Stromes mit zunehmender Entfernung von der unmittelbar durchflossenen Stelle an Macht verliert, und da diejenige Muskelpartie, welche der in EE kreisende Strom nicht mehr beeinflusst, grade am weitesten nach der Peripherie zu gelegen ist, so könnte man meinen, dass der Erfolg des Experimentes einfach darin seinen Grund habe. Diese Vorstellung ist indessen nicht richtig, denn wie sollte es sonst kommen, dass die Erregbarkeit in aa' und a'' dieselbe wird; weshalb machte sich nicht schon dieser Umstand zwischen H und a'' geltend. Bei dieser Sachlage, sowie bei der ganz constanten Thatsache, dass der lähmende Strom im Nerven ebenfalls auf die Erregbarkeit der unteren so viel näher gelegenen Muskelspitze d gar keinen Einfluss auszuüben vermag, zeigt sich klar, dass hier ein ganz anderer Grund vorhanden sein müsse, und dieser Grund kann in nichts anderem bestehen, als darin, dass die Nerven einfach nicht bis an die beiden Enden des Muskels hinreichen. So oft ich auch die angegebenen Versuche wiederholt habe, immer haben sich mir dieselben Verhältnisse dargestellt. Der Eckhard'sche Versuch gelang nie an den beiden Enden des Sartorius, gleichviel wie mächtige constante Ströme auch durch den Nervenstamm gesendet werden mochten, und immer wurde die Erregbarkeit der übrigen Muskeltheile, nahezu der seiner Enden gleich, wenn den Veränderungen des Querschnitts Rechnung getragen wurde.

Ich muss hier erwähnen, dass zum guten Gelingen der Versuche eine höchst sorgfältige Präparation nothwendig ist, namentlich muss man darauf achten, dass der Muskel an seinem Ende B nicht verletzt werde, sondern dass er hier überall von seiner Sehne begrenzt bleibe. Die Letztere ist sehr kurz und es ist daher anzurathen, sie nicht zu durchschneiden, sondern lieber den Muskel so zu isoliren, dass man ein Stück des Beckens abschneidet, an welchem man

den Muskel ausserdem immer noch besser anfassen kann. Wird diese Vorsicht versäumt und werden Muskelfasern verletzt, so sinkt die Erregbarkeit von der Schnittwunde aus in eigenthümlicher Weise, und man kann nicht verlangen, dass die übrigen Fasern mit den verletzten gleiche Eigenschaften besitzen werden. Am besten gelingen die Versuche, wenn namentlich die Erregbarkeit des Muskels in seiner ganzen Breite dieselbe ist, ich habe sie so eintreffen sehen, dass bei der Elektrodenlage in a während der Dauer des constanten Stromes im Nerven die Lage des Rheochordschiebers ganz genau gleich sein musste derjenigen, bei welcher von b und b' aus zuerst Zuckung entstand. Wenn der Neusilberdraht um ein ganz Geringes verkürzt, also der Widerstand in der Nebenschliessung vermindert wurde, blieben an beiden Stellen die Zuckungen aus.

Fassen wir jetzt zusammen, was die anatomische und experimentelle Untersuchung für die Nervenverbreitung am Sartorius ergeben, so stossen wir auf eine ausserordentliche Uebereinstimmung in den Resultaten beider Methoden. Die Erregbarkeit des Muskels steht im engsten Zusammenhange mit seiner Nervenverbreitung. Ich unterscheide demnach an einem Sartorius 5 verschiedene Zonen. Diejenigen Muskelquerschnitte, welche in der Zone A (Fig. 4) angelegt gedacht werden können, enthalten auf gleiche Mengen contractiler Substanz die meisten Nerven. Hier ist die Erregbarkeit am grössten. In den Abtheilungen C und B ist dieselbe etwas geringer, bleibt aber in allen innerhalb derselben gedachten Querschnitten nahezu dieselbe. In E und D dagegen ist die Erregbarkeit bedeutend vermindert, bei D aber wiederum für alle Punkte dieselbe. Die in die Figur hineingezeichnete Nervenvertheilung kann vielleicht als ganz der Natur entsprechend betrachtet werden.

Für die directe elektrische Muskelreizung ergiebt sich nach diesen Erfahrungen das Resultat, dass das Minimum der Reizung in einem nervenenthaltenden Muskel nur so die Zuckung bewirkt, dass sie allein die Nerven erregt, dass aber höchst wahrscheinlich beim Ueberschreiten jenes Mini-

mums die wahre directe Reizung eintritt, d. h. dass der Reiz beide Organe, den Muskel sowohl wie den Nerven treffe. Damit dies möglich sei, ist es selbstverständlich nothwendig, dass der Muskel allein durch dieselben elektrischen Veränderungen erregt werden könne, wie der Nerv. In neuerer Zeit ist dies bestritten von Schiff, welcher erklärt, dass der Muskel elektrisch gar nicht erregbar sei. Nun möge Herr Schiff sich die Stücke D und E eines Sartorius abschneiden, um zu finden, dass in diesen beiden nervenlösen Muskeln Zuckungen entstehen, durch Schliessung und Oeffnung einer constanten Kette, durch Reizung mit Inductionsschlägen u. s. w., und dass die Erscheinungen ganz so sind, wie an einem nervenhaltigen Muskel. Ueber die eigenthümliche Art wie Schiff seine Ansichten beweist, soll unten Näheres mitgetheilt werden, ich glaube nur hier an dieser Stelle andeuten zu müssen, dass mir die entgegengesetzten Angaben ganz gut bekannt seien.

Wenden wir uns jetzt zu einer anderen Reizungsmethode als der elektrischen, theils um den Gegenstand nach allen Richtungen zu erfassen, theils aber auch um keine mögliche Bestätigung unserer Anschauungen unbenutzt zu lassen.

Ich habe in meiner ersten Publication über die chemische Reizung (siehe dieses Archiv Heft 3) bemerkt, dass es Körper gebe, welche wohl vom Nerven aus Zuckungen hervorrufen, nicht aber bei directer Application auf den Muskelquerschnitt. Da ich mich damals der Ansicht hingab, dass die Muskeln überall mit Nerven durchsetzt seien, so war es schwer, einen Grund für dieses paradoxe Verhalten einzusehen, und ich glaubte mit Herrn Professor du Bois-Reymond die Thatsache so erklären zu müssen, dass gerade jene Flüssigkeiten besondere Schwierigkeiten beim Eindringen in die Muskelsubstanz fänden. Ich kenne 4 Körper, welche den Nerven sehr heftig erregen und keiner besonderen Einwirkung auf den Muskel fähig sind. Das concentrirte Glycerin, concentrirte Milchsäure, das Kreosot und den Alkohol. Ersteres allein kann aber nur mit absoluter Sicherheit als solches angeführt werden. Die 3 übrigen Körper erregen

Fig. 4.

sehr selten Zuckungen bei directer Reizung, das Resultat ist aber nicht durchweg constant, wofür sich schwerlich ein Grund angeben lässt. Das Glycerin hingegen kann auf jeden beliebigen in D (Fig. 4) angelegten Sartoriusquerschnitt applicirt werden, ohne dass Zuckungen entstehen, ja man kann dieses obere Ende des Muskels stundenlang in concentrirtes Glycerin eintauchen lassen, so lange bis der nicht benetzte Theil zu vertrocknen beginnt, ohne dass auch nur eine leise Spur von Zuckung entstände. Es giebt keinen Muskel, der nicht ausnahmslos dieselbe Thatsache zum Vorschein bringt. Ebenso ausnahmslos erzeugt das Glycerin aber Zuckungen, und zwar der heftigsten Art, welche bis zum anhaltenden Tetanus sich steigern, wenn es einen in B bei d oder d' angelegten Querschnitt berührt. Durchaus ebenso ist es mit dem unteren spitzen Ende des Muskels.[1] Concentrirtes Glycerin bewirkt von E aus nie Zuckungen, in C angebracht aber grade so wie von B aus. Ich stelle den Versuch so an, dass ich den Muskel an dem einen oder anderen Ende aufhänge und ihn entweder allmälig vorschreitend in das Glycerin eintauche, oder so, dass ich die bezeichneten Querschnitte grade die Oberfläche der Flüssigkeit berühren lasse.

Wie kann der Versuch erklärt werden? Ohne Zweifel nur dadurch, dass das Glycerin kein Erreger für die contractile Substanz sei, und nur den Nerven errege. Dass die beim Eintauchen des Muskels in B oder C entstehenden Zuckungen ausschliesslich von einer Nervenreizung herrühren, habe ich schon früher bewiesen: sie können durch einen auf-

1) Um den Versuch an dem spitzen Sartorius-Ende anzustellen, muss man sich sehr grosser Frösche bedienen, da es bei kleinen Muskeln schwer ist, die Wirkung des Glycerins auf das kurze nervenlose Stück zu beschränken.

steigend den Nervenstamm durchfliessenden constanten Strom vollständig beseitigt werden. Die chemische Reizmethode vereint sich also mit den übrigen um darzuthun, dass ganz beträchliche Strecken im Muskel gar keine Nerven enthalten.

Wir kennen jetzt die absolute Vertheilung der Nerven im Muskel, und es bleibt nun noch eine Aufgabe übrig, nämlich die Art und Weise seiner Ausbreitung in der Strecke C, A und B zu erspähen. In den bisher genannten Versuchen haben wir eigentlich nur den Querschnitt des ganzen Muskels in Pausch und Bogen betrachtet; wir wollen jetzt sehen, wie die Nerven in den verschiedenen nervenhaltigen Querschnitten angeordnet sind. Ich habe oben gesagt, dass das kleinste Muskelstück, welches man dem eintretenden Nerven anhaften lassen kann, sich contrahirt, sobald der Nervenstamm gereizt wird. Es braucht nicht erwähnt zu werden, dass bei allen Versuchen Stromschleifen und unipolare Wirkungen wohl überwacht wurden, sie sind zudem mit allen Arten der Reizung, der chemischen, wie mit der vielfach modificirten elektrischen, der constanten Kette und den Inductionsströmen angestellt. Bei diesem Verfahren zeigte sich nun, dass das Muskelstückchen verschiedene Formen bei der Contraction annahm, je nach seiner Grösse. War dasselbe durch die Schnitte a a (Fig. 4b) losgetrennt, so contrahirte es sich ganz gleichmässig wie in g, war es aber durch die Schnitte b b erhalten, so bildete es im contrahirten Zustande eine abgestumpfte Pyramide, deren Spitze der Nerveneintrittsstelle entsprach (wie in p). Die Ursache dieser Form liegt darin, dass die dem Hilus am weitesten gegenüberliegenden Muskelfasern sich nicht mit contrahirten, wodurch erwiesen wird, dass der Nerv nicht sogleich quer über die ganze Breite des Muskels hinüberstrahlt. Jedoch dies beiläufig. Eine andere

Fig. 4 b.

Methode wird den wahren Grund noch weiter entwickeln. — Ich fertigte mir zunächst aus 2 in feine Glasröhrchen eingeschmolzenen Platindrähten, welche vor der Lampe der Länge nach an einander gelöthet und ausserdem noch durch umgewickelte Fäden zusammengeheftet wurden, ein Elektrodenpaar, das ich mit je 2 Punkten in der Längslinie des Muskels aufsetzen konnte. Die Glasröhren dienten mir als Handgriff, aus welchem die Drähte mit ihren 2 Mm. von einander entfernten Spitzen hervorragten. Fig. 5 giebt eine Anschauung davon, wie ich die letztere dem Muskel aufsetzte; die Punkte bezeichnen die Berührungsstellen, welche indessen nur berührt werden, so viel als möglich aber vor Druck bewahrt blieben. Mit diesen Elektroden reizte ich nun immer eine äusserst kleine Anzahl von Muskelbündeln und immer so, dass der secundären Spirale des Schlittenapparates, sowie dem Schieber des Rheochords bei Verwendung der Schliessung und Oeffnung einer Kette die Stellung gegeben wurde, bei welcher zuerst Zuckung erschien. Es stellt sich bei dieser Art der Reizung heraus, dass an den meisten Stellen nur eine ganz locale auf die in der Verbindungslinie der Electroden gelegenen Primitivbündel beschränkte Zuckung entsteht. Dies ist constant der Fall, wenn die Elektroden irgendwo in den beiden Endtheilen des Muskels angelegt werden, von welchen aus, offenbar des Fehlens der Nerven wegen, jede einzelne Primitivfaser allein erregt werden kann. Durchweg ist für diese Punkte auch die Erregbarkeit dieselbe, indem ein und dasselbe Minimum der Reizung für alle genügt. Ganz ähnlich diesen Stellen verhalten sich aber auch noch viele andere, so die Orte c, c', c'' und b' (Fig. 5), von welchen aus immer nur locale auf einen feinen Faden beschränkte Zuckungen entstehen, gleichfalls bei fast demselben Minimum der Reizung wie in b b'' und b'''. Die Erscheinungen sind sehr zierlich, man sieht

Fig. 5.

eine feine Vertiefung die Länge des Muskels durchfurchen, auf deren Boden ein leises Zittern bemerkbar wird. Im Gegensatze zu diesem Vorgange tritt aber eine gewaltige Zuckung des ganzen Muskels ein, wenn die Elektroden in A auf der Nerveneintrittsstelle aufgesetzt werden. Mehr oder minder in der Breite ausgedehnte Contractionen folgen ferner der Reizung in a' a'' und a''', meist so, dass die eine oder die andere Hälfte des Sartorius sich zusammenzieht, wodurch der Muskel nach 2 verschiedenen Seiten gekrümmt werden kann. Der Umstand, dass an den letztgenannten Orten ein weit geringerer Reiz genügt zur Hervorbringung jener ausgebreiteten Contractionen, zeigt schon zur Genüge, dass es sich um die Reizung der intramusculären Nerven handelt. Lässt man den Nerven des Muskels von einem kräftigen aufsteigenden Strom durchfliessen, so entstehen bei dem Minimum der Reizung nur noch die beschriebenen locales Zuckungen, einerlei wo man die Elektroden aufsetzt, wenn nur ihre Verbindungslinie mit der Richtung der Faserung parallel läuft. Die Erregbarkeitsunterschiede fallen dann ebenfalls weg, und dasselbe Minimum der Reizung, welches z. B. in b b'' und b''' genügte, ruft auch gerade Zuckungen hervor beim Aufsetzen in A a'' und a'''. Der constante Strom übt hier also wiederum nur auf bestimmte Stellen seine Macht aus, und dass diese sich nirgends hin erstreckt, wo keine Nerven sind, liegt auf der Hand. Wir erlauben uns daher den umgekehrten Schluss, dass auch ganz in der Nähe der Nerveneintrittsstelle nervenfreie Orte vorkommen, weil die in c c' und c'' gefundene Erregbarkeit sich als nicht von der Lähmung des Nerven abhängig erwies. Hier ist natürlich nicht daran zu denken, dass der lähmende Einfluss der Entfernung wegen von der unmittelbar durchflossenen Stelle nicht zur Geltung kam. Gleichwohl empfangen die in c c' und c'' gelegenen Orte von irgend woher den Reiz des Nerven. Diese Fasern scheinen etwa bei a a (Fig. 5 b) ihren Antheil des Nerven zu erhalten, sie zucken mit, wenn der Nerv bei einem so zugerichteten Muskel gereizt wird, wie ihn die Figur zeigt.

II. Ueber das doppelsinnige Leitungsvermögen der motorischen Nerven.

Der letzten Endigung der motorischen Nervenfaser geht nach R. Wagner's Entdeckung ein Apparat voraus, welcher für die Fortleitung der Reizung von grösstem Interesse ist. Ich meine die Theilung der Primitivfasern. Ohne diese Vorrichtung würde nicht nur der durch den Willen erregte Nerv die Befehle zur Bewegung nicht an jedes mit der contractilen Substanz gefüllte Rohr befördern können, sondern es würde auch eine ganze Anzahl von Muskelprimitivbündeln aller Nerven entbehren müssen, indem die Zahl derselben immer bedeutend grösser ist, als die der Nervenfasern bei ihrem Eintritt in den Muskel. Die Physiologen hätten es in diesem Falle sehr leicht gehabt, Beobachtungen über die Muskelirritabilität anzustellen, und Haller's Lehre wäre nicht so lange latent geblieben. Die Natur hat es indessen vorgezogen, den Weg zur Muskelirritabilität in anderer Weise offen zu lassen und hat uns dafür in den Nerventheilungen ein Mittel gegeben, für die Entscheidung des doppelsinnigen Leitungsvermögens des Nerven. Es ist nicht meine Absicht, auf die Geschichte dieser Frage näher einzugehen, wer sich dafür interessirt, findet in du Bois-Reymond's Untersuchungen eine so ausgezeichnete kritische Darstellung aller in dieser Beziehung angestellten Bemühungen, dass ich nicht nöthig habe, die Belehrung, welche ich daraus geschöpft, aus der zweiten Hand wieder zu geben. Das einzige Entscheidende, welches bisher zur Lösung der Aufgabe geschehen ist, sind du Bois Versuche an den rein motorischen und rein sensiblen Wurzeln, an welchen die negative Schwankung des Nervenstromes während der Reizung nachgewiesen wurde, unabhängig von dem Orte, an welchem der Reiz wirkte.

Es ist kein Zweifel, dass die negative Stromesschwankung ein sicheres Kriterium für die Reizung eines Nerven ist, das einzige, welches uns von der Last der an den Nerven geknüpften Endorgane befreit, durch welche wir sonst meist

gewohnt sind, die Erregung zu erkennen. Allein da die Möglichkeit nicht abgewiesen werden kann, dass bei einer bestimmten Reizung die negative Schwankung ausbleiben könne, während der Muskel zuckt, und dass bei einer anderen bestimmten Reizung der Muskel nicht zucke, sondern statt seiner die Nadel des Multiplicators, also die Stromesschwankung eintrete, so kann man auch, ohne an verkapptem Vitalismus zu laboriren, den Wunsch hegen, die rückläufige Nervenleitung durch die Muskelzuckung zur Anschauung zu bringen. Die Physiologen haben sich zu dem Ende bemüht, künstlich den motorischen Nerven mit einem sensiblen zusammen zu heilen und umgekehrt, durchschnittlich aber ohne allen Erfolg. Die Frage ist auf diesem Wege nie entschieden, und es muss daher um so erfreulichen sein, dass in der Natur selbst der lang gesuchte Apparat, den man künstlich zu beschaffen hoffte, wirklich existirt, und zwar in Tausenden von Exemplaren bei einem einzigen Frosch. Die Theilungen der Nervenprimitivfasern sind es, welche denselben vorstellen. Es ist ohne Weiteres klar, dass unsere Frage erledigt wäre, wenn es gelänge, eine aus einer Theilung hervorgegangene secundäre Nervenfaser zu isoliren. Jede Zuckung, welche man durch Reizung derselben erhielte, wäre ein Beweis, da der Reiz eben in ihr nur aufwärts, centripetal fortgeleitet werden könnte, um mit Hülfe der Theilungsstelle abwärts nach dem Muskel gelangen zu können. Ich hatte bereits an die Ochsenfrösche gedacht, an deren Sartorius ich intramusculare Nerven herauspräpiren wollte, bemerkte aber, dass unsere europäischen Frösche dasselbe leisten können, wenn man sie richtig zu nutzen weiss. Beim Sartorius giebt es Nerven, welche sich so theilen, dass manchmal ein kurzer Ast abgeht für ein Muskelbündel, während ein anderer langer Ast an ein zweites Primitivbündel sich begiebt. Fig. 7 giebt eine schematische Darstellung davon. Der Ast e t des Nerven N kann nun nicht füglich mit dem Messer ausgeschält werden, wohl aber kann man ihn so isoliren, dass er mitten in der Muskelmasse das einzige reizbare Gebilde bleibt, indem man näm-

lich die contractile Substanz der Muskeln zu zerstören sucht mit einem Mittel, das den Nerven erhält. Annähernd kann dies erreicht werden durch eine Temperatur von 40° C., durch destillirtes Wasser, Salzsäure von 0,1 pCt. und eine Lösung von Schwefelcyankalium von 1 pCt.

Ich wurde durch Versuche über den Einfluss der Wärme erst auf diese Methode hingeleitet. Ich sah nämlich bei einem Sartorius, dessen oberes Ende ich durch schwaches Erwärmen starr gemacht hatte, beim plötzlichen weiteren Erhitzen des bereits erstarrten Stücks Zuckungen in dem nicht veränderten Theile eintreten, welche nicht von der Reizstelle aus begannen, sondern an der Grenze, wo die starre Strecke die noch erregbare berührte. Man kann nun in der That beim Erhitzen eines Muskels auf 40° C., was man passend durch Eintauchen in so weit erwärmtes Oel vollzieht, die contractile Substanz sehr rasch erstarren, gerinnen machen, während der Nerv noch für eine kurze Zeit seine Erregbarkeit bewahrt. Ich tauchte daher einen Sartorius, der an seinem unteren, spitzen, sehnigen Zipfel aufgehängt war, verkehrt mit seinem oberen Ende, etwa 7 Mm. weit, bis d Fig. 6, in das erwärmte Oel ein, und zog ihn dann wieder heraus. Als ich nun hierauf mit einer Scheere, von unten nach oben fortschreitend, in dem erstarrten Theile Schnitte anbrachte, sah ich Folgendes: So lange die Querschnitte zwischen a und b fielen, entstand niemals Zuckung, weder in dem erstarrten Theile, wie leicht erklärlich, noch irgendwo in dem darüber befindlichen unversehrten Abschnitte. Sobald dieselben aber weiter als 3 oder 4 Mm. vom oberen Ende a sich entfernten, also zwischen b und c angelegt wurden (in c, c' und c'') zeigten sich bisweilen einzelne fibrilläre Zuckungen (in f f z. B.), welche nicht über die Höhe von d hinaus sich erstreckten. Hat man die Erscheinung einmal gesehen, so kann der durch die Scheere gewonnene

Fig. 6.

Querschnitt noch zu einem anderen chemischen Reizversuche dienen, bei welchem sich zeigt, dass die Körper, welche ausschliesslich die Muskelsubstanz reizen, nicht geeignet sind, jene Zuckungen zu erzeugen, so verdünnte Salzsäure, CuO SO^3 etc., während unzweifelhafte Nervenreize, wie Glycerin und Aetzkali, denselben Erfolg haben, wie das Anlegen des Schnitts selbst. Die Erklärung dieses Versuchs kann meiner Meinung nach nur die sein, dass der Schnitt oder das Aetzkali den langen Ast des aus einer Theilung hervorgegangenen intramuscularen Nerven erregten, von welchem die Reizung centripetal durch den Ast p′ e′ nach dem Muskelbündel A gelangte. Nach der Zeichnung, welche Nichts ist als die schematische Darstellung eines oft gesehenen Objectes, ist vollkommen klar, weshalb die Zuckungen nur fibrillär sein können, also B und C in Ruhe bleiben müssen, und weshalb der Schnitt nicht wirken kann, wenn er zwischen S und a fällt, wo keine Nerven sind. Dass er in b erfolgreich sein muss, ist klar, falls der hier getroffene Nerv noch erregbar ist. Der Versuch, wie ich ihn hier beschrieben, gelingt nun leider ausserordentlich selten, und nicht häufiger, wenn man sich zur Abtödtung der Muskelsubstanz anderer Mittel bedient, wie die genannten Eintauchungen in Säuren, S, Cy Ka etc. Da ich ihn aber mehrere Male in der beschriebenen Weise habe gelingen sehen, so stehe ich nicht an, denselben zu veröffentlichen; wer sich mit Ausdauer der Wiederholung unterzieht, wird ihn hoffentlich bestätigen können.

Fig. 7.

Unter diesen Umständen kommt es erwünscht, dass die doppelsinnige Nervenleitung im Sartorius auch durch einen anderen Versuch gezeigt werden kann, welcher fast ausnahmslos ein positives Resultat giebt. Das häufige Misslingen des vorigen Versuchs rührt nicht allein davon her, dass es schwer ist, den Muskel vollkommen zu vernichten, ohne den daran liegenden Nerven zu gefährden, sondern es liegt auch daran, dass es sich darum handelt, einen Nervenast anzutreffen, der auf der einen Seite der Theilung sehr lang über den anderen hervorragt. Um den letzteren Uebelstand ganz bedeutungslos zu machen, bedienen wir uns des folgenden Verfahrens. Wir spalten nämlich den Sartorius mittelst einer scharfen Scheere eine Strecke weit in 2 Zipfel und zwar in einer Ausdehnung von etwa 7 Mm., von oben nach unten, wie in Fig. 8. Der Muskel wird sodann auf einer Glasplatte ausgebreitet und gegen ein weisses Blatt Papier beobachtet. Wenn wir nun den einen dieser Zipfel an seinem unteren Ende a reizen, so sieht man, dass jede Reizung nur eine Zuckung auf der Hälfte A des Muskels erzeugt, während die Hälfte B und mit ihr der andere Zipfel C ganz in Ruhe bleiben. Legt man z. B. mit der Scheere einen Querschnitt in a an, so biegt sich der Muskel ganz krumm, weil sich eben immer nur die Hälfte A contrahirt. Dasselbe geschieht, wenn wir irgend eine reizende Flüssigkeit auf den erhaltenen Querschnitt bringen, wodurch eine einmalige Zuckung über die ganze Hälfte A hinüberläuft. Wir dringen nun mit den Querschnitten weiter vor, von a' nach a'' und erhalten immer wieder dasselbe Bild. Plötzlich aber und zwar bei einer Entfernung von 4—5 Mm. von dem oberen sehnigen Ende des Muskels kommt ein Punkt, wo das Anlegen des Querschnitts nicht allein die Hälfte A zum Zucken bringt, sondern wo auch einzelne Fibern in der

Fig. 8.

Hälfte B (ff) mitzucken, und diese Erscheinung bleibt abermals dieselbe bei allen Querschnitten, welche von b bis b'' angelegt werden können. Man kann sich mit einer sehr scharfen Scheere auf jenem Raum 4—5 Mal dasselbe Schauspiel verschaffen, wenn man nur einen Querschnitt immer dicht genug auf den anderen folgen lässt. Der Versuch kann ebenfalls mit der chemischen Reizung angestellt werden, und dann zeigt sich eben sehr deutlich, dass die auf die Hälfte B übertragenen Zuckungen nicht von der Muskelerregung, sondern von der Erregung der letzten Ausbreitung des intramuscularen Nerven herrühren. Der Muskel muss hierfür möglichst gross sein, so dass man bequem an dem einen Zipfel operiren kann. Am besten ist es, ihn ganz auf einer sehr dünnen Glasplatte auszubreiten oder so aufzuhängen, dass nur der Zipfel b von einem dünnen Deckgläschen getragen wird, das man an einem Stativ durch irgend eine Vorrichtung befestigt. Den anderen Zipfel lässt man dann senkrecht am Rande jenes Glases herabhängen, legt in b z. B. den Querschnitt an und reizt denselben nun mit verdünnter Salzsäure (1 pr. Mille) oder einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. Was geschieht indessen? Ganz das Gegentheil! bei dieser Art der Reizung zuckten niemals Fasern in der Hälfte B mit, sondern nur die der Seite A, man mag den Versuch so oft wiederholen, wie man will. Taucht man den Muskelzipfel längere Zeit in die erregenden Flüssigkeiten ein, so kann sich das freilich ereignen, aber dann imbibirt er sich der Art, dass auch über die Spaltungsstelle etwas von dem Erreger in die andere Seite überfliesst. Die reine Muskelreizung erzeugt also immer nur Zuckungen derjenigen Fasern, welche direct mit der erregenden Flüssigkeit in Berührung kamen. Sollen Fasern zucken, welche nicht direct getroffen wurden, so müssen Nerven und Nervenreize da sein, und als solche letztere giebt es gewisse andere chemische Körper. Die Reizung der Nerven auf chemischem Wege kann fast nie so rasch bewirkt werden, wie die des Muskels, welcher sich schlangenartig zurückzieht, wenn sein Querschnitt von dem Reize berührt wird, und deswegen be-

dienen wir uns für die chemische Reizung der intramusculären Nerven einer Substanz, bei der wir möglichst sicher gehen, dass sie nicht während der Dauer der Berührung von einem Orte zum anderen sich ausbreitet. Das dickflüssige concentrirte Glycerin ist dazu höchst geeignet, von welchem schon unten erwähnt wurde, dass es nach Stunden noch nicht die intramuscularen Nerven erreiche, wenn es eine Strecke weit davon nur die contractile Substanz berührt. Wir führen also mittelst eines dünnen Stabes einen Tropfen Glycerin auf den Querschnitt b (Fig. 8). Im Anfang hat dies keine andere Folge, als dass der Muskel an dieser Stelle etwas durchsichtiger wird. Bald aber beginnt er zu zucken, ganz schwach und fibrillär, und zwar zucken gleichzeitig einige Fasern in der Hälfte A und einige andere in der Hälfte B. Ja ich

Fig. 9.

habe sogar gesehen, dass zuerst nur Fibern in B in Bewegung geriethen, während die Hälfte A noch ganz ruhig war.

Die Erklärung des Versuchs kann nicht zweifelhaft sein. Die schematische Zeichnung Fig. 9 diene zur besseren Verständigung. Reize ich durch irgend einen Reiz das Primitivbündel B in der Strecke von S bis M, durch die Querschnitte a a' und a'', einerlei auf welche Weise, so zuckt nur die Faser B, weil ich immer nur sie allein und eben nur die contractile Substanz reize. Fällt der Schnitt aber oberhalb M, z. B. in b, so übe ich einen mechanischen Reiz auf den Nerven e t aus, welcher in der Richtung der Pfeile erst aufwärts, centripetal steigen muss, um in der Richtung p' wieder abwärts an den Muskel A zu gelangen, der nun ebenfalls zuckt. Wende ich an dem Querschnitt b wieder einen chemischen Reiz an, der nur die contractile Substanz erregt, sich zum Nerven aber indifferent verhält, nun so kann offenbar nur B zucken, nehme ich aber eine Substanz, welche nur den Nerven erregt, so zuckt nur A, und B bleibt in Ruhe. Der letztere Fall kann am leichtesten ermöglicht werden, wenn man bei der Spaltung des Sartorius nicht in seiner Mitte den Schnitt führt, sondern dicht am Rande, man hat dann mehr Aussicht, nur solche secundäre Nerven zu fassen, deren anderer Schenkel auf dem jenseits des Schnittes gelegenen Zipfel endet.

Die Darstellung der Verhältnisse, wie sie hier gegeben, dürfte der Natur wohl am meisten entsprechen. Man könnte glauben, dass die Zuckung, welche von einem Orte des Muskels auf den anderen übertragen wird, herrühre von einer Erregung der Nerven mittelst der negativen Stromesschwankung bei der Contraction der direct gereizten Muskelfasern oder von einer Uebertragung von einem Primitivbündel auf das andere, ebenfalls durch die negative Schwankung des Muskelstromes.

Keine dieser Vorstellungen ist hier berechtigt. Es ist allerdings richtig, dass der Muskel sowohl bei directer mechanischer Reizung, wie bei Benutzung der chemischen Reizmethode die negative Stromesschwankung zeigt, da man von

einem so zum Zucken gebrachten Muskel sehr gut die secundäre Zuckung erhalten kann. Man muss aber berücksichtigen, dass die negative Schwankung des Muskelstroms einen Reiz repräsentirt, welcher nur bei sehr erregbaren Nerven wirksam ist. Ich habe mich direct davon überzeugt, dass es z. B. bei einem Muskel, der nicht grösser ist als der Sartorius, nur gelingt, die Zuckung auf einen anderen Muskel zu übertragen, wenn man den Plexus ischiadicus an den primär zuckenden Muskel anlegt. Die tieferen Stellen des Schenkelnerven sind nicht mehr erregbar genug, sie bedürfen eines mächtigeren Reizes. Aus demselben Grunde ist es auch klar, weshalb ein Muskel während seiner Zuckung niemals den eigenen Nerven zu erregen vermag, denn die negative Schwankung seines eigenen Stromes trifft den Nerven da, wo er am mindesten erregbar ist, abgesehen von der verhältnissmässig ungünstigen Lage, in welcher sich der intramusculare Nerv in dieser Beziehung befindet. — Wenn also die Zuckung eines Theiles des Muskels niemals auf einen anderen Punkt desselben übertragen werden kann, durch jene die Zuckung begleitenden elektrischen Veränderungen, so muss der Gedanke erst vollends aufgegeben werden, dass die Stromesschwankung ohne Vermittelung des intramuscularen Nerven, direct ein nicht gereiztes Primitivbündel anregen könne, da die contractile Substanz nämlich noch viel weniger erregbar ist. Wird daher bei der directen Muskelreizung eine Zuckung an einer nicht gereizten Stelle wahrgenommen, so ist es zweifellos, dass der Reiz durch die Bahn eines intramuscularen Nerven an ein anderes Primitivbündel befördert wurde, was schon am besten daraus hervorghet, dass von den nervenlosen Endzonen des Sartorius niemals andere Primitivbündel als die direct gereizten zur Contraction gebracht werden können. Dieser Umstand, so wie die Thatsache, dass nur Nervenreize und nicht jene allein die contractile Substanz erregenden chemischen Körper die in Rede stehenden Erscheinungen hervorbringen können, beweisen schliesslich auch zur Genüge, dass es nicht mechanische Zerrungen sind, durch welche die zuckende Muskelhälfte die

Nerven der nicht direct gereizten Hälfte von einem über den Theilungen der Nervenprimitivfasern gelegenen Punkte erregte. Nach Beseitigung dieser Einwände dürfte also die Lehre von dem doppelsinnigen Leitungsvermögen der motorischen Nerven durch unsere Versuche jetzt als vollkommen gesichert betrachtet werden können.

III. Ueber die sogenannte idiomusculäre Contraction.

Nachdem wir aus dem Vorhergehenden etwas Näheres über die Verbreitung der Nerven im Muskel kennen gelernt haben, gehen wir nun zu einer Vergleichung der Contractionserscheinungen über, je nachdem die contractile Substanz direct und künstlich erregt oder unter dem Einfluss des gereizten Nerven zur Bewegung veranlasst wurde. Zur leichteren Verständigung soll hier immer nur von dem Musc. Sartorius die Rede sein, welcher sowohl wegen seines ein fachen parallelfaserigen Baues, wie wegen der geringen Abweichungen, welche er bei den verschiedensten Thieren bietet, leicht der geeignetste Muskel am ganzen Körper sein dürfte. Ich habe mich überzeugt, dass der Sartorius beim Hunde und beim Menschen eben so gebaut ist wie beim Frosch, der einzige Unterschied besteht vielleicht darin, dass der Nerv im Verhältniss des Muskels etwas tiefer eintritt, sonst aber geschieht dies ganz in derselben Weise an dem inneren Rande und zwar ebenfalls so, dass die Nerven den Muskel nicht bis nach seinen beiden Enden hin zu durchziehen scheinen, da man namentlich in dem oberen breiten Ende auf einer langen Strecke gar keine Nerven findet, weder bei der Präparation mit dem Messer, noch beim Durchmustern einzelner Streifen mit dem Mikroskop. Was über die Nervenausbreitung im Sartorius des Frosches auf experimentellem Wege festgestellt werden konnte, dürfte daher wohl auch für denselben Muskel des Hundes oder des Menschen gelten können.

Wir haben gesehen, dass der Sartorius wie jeder andere Muskel sich in seiner ganzen Länge gleichmässig verkürzt, wenn sein Nerv gereizt wird, und es geht daraus auf das

Schlagendste hervor, dass der Reiz durch die contractile Substanz fortgeleitet werden müsse, da ja auch diejenigen Stellen mit an der Contraction Theil nehmen, welche gar keine Nerven enthalten, und da sich die Zuckung auch auf die beiden Enden erstreckt, welche nicht direct mit den Nerven in Berührung sind, sondern nothwendiger Weise nur an den der Mitte näher gelegenen Orten den Reiz des erregten Nerven empfangen können. Die Erscheinung ist so constant und so allgemein bekannt, dass es unnöthig sein würde, hier besondere Erklärungen dafür zu suchen, wenn nicht gerade in der jüngsten Zeit der Versuch gemacht wäre, die auf den Nervenreiz erfolgende Contraction von der Bewegung der direct gereizten contractilen Substanz zu trennen. M. Schiff hat zu dem Ende eine neuromusculäre und eine idiomusculäre Contraction zu unterscheiden gesucht, auf Grund zweier Charaktere, welche nicht beiden Bewegungen gemeinsam sein sollen. Nach ihm ist die neuromusculäre Bewegung daran erkennbar, dass sie sich über die ganze Länge des Primitivbündels fortpflanzt, während die idiomusculäre Contraction local auf die Reizstelle beschränkt bleiben soll, und ferner daran, dass gewisse Methoden der Reizung stets nur die eine oder die andere Art der Bewegung hervorrufen.

Wenn es richtig wäre, dass die directe Reizung der contractilen Substanz ohne Vermittlung des Nerven, immer nur eine local beschränkte Contraction zur Folge habe, so würde daraus hervorgehen, dass der eigentliche Muskelinhalt gar kein Leitungsvermögen besitze, und man müsste die auf den Nervenreiz erfolgenden ausgebreiteten Zuckungen sich dann so zu denken haben, dass die contractile Substanz an allen Punkten zu gleicher Zeit von den intramuscularen Spitzen der Nerven aus erregt werden. Da es sich aber gezeigt hat, dass der Muskel durchaus nicht überall mit Nervensubstanz durchsetzt ist, sondern dass jedes Primitivbündel offenbar immer nur an wenigen Stellen mit dem Nerven in wirksame Berührung kommt, so bleibt kein anderer Ausgang übrig, als den, den Nerven entweder eine Wirkung in distans über ihre eigene materielle Grenze hinaus zuzuschreiben, oder die

Annahme, dass die an der Verknüpfungsstelle des Muskels mit dem Nerven, durch den letzteren hervorgerufene Contraction von so eigenthümlicher Art sei, dass sie als Reiz auf jeden folgenden Punkt der contractilen Substanz wirken könne.

Alle Versuche, welche ich über die idiomusculäre Contraction habe ausführen können, zeigten indessen, dass die angestellten Betrachtungen durchaus müssig seien, da dieselben nur Consequenzen der von Schiff erfundenen Lehre sind, und dass keine einzige zwingende Nothwendigkeit vorliegt, die idiomusculäre Contraction von der neuromusculären zu trennen, sobald man mit Schiff unter diesen Namen zwei grundverschiedene Dinge verstanden haben will. Sollen dieselben hingegen nur dazu dienen, Unterschiede in dem zeitlichen Verlauf und der Form der Bewegung auszudrücken, so ist dagegen nichts einzuwenden, und als solche werden wir uns derselben von jetzt an bedienen.

Bei der directen Muskelreizung sind mehrere Umstände in Betracht zu ziehen, welche als einfache Folgen der Endigungsweise des motorischen Nerven angesehen werden müssen. Bei der elektrischen Reizung, sei es mittelst der Inductionsschläge oder der Schliessung und Oeffnung des Kettenstromes, wird jedes Mal nur der intramusculare Nerv gereizt, sobald das Minimum der Reizung angewandet wurde; die so erhaltene Zuckung ist also gleichbedeutend mit jeder anderen durch den gereizten Nervenstamm hervorgerufenen Contraction, und die directe Reizbarkeit der Muskelfaser oder der contractilen Substanz selbst gegenüber dem Einflusse der Stromesschwankungen kommt dabei gar nicht in Betracht. Der Beweis dafür liegt eben darin, dass die Zuckung nicht mehr eintritt, wenn die Erregbarkeit des Nerven durch einen aufsteigenden constanten Strom herabgesetzt wird. Ueberschreitet nun aber die Reizung jenes Minimum um eine gewisse Grösse, so verschwindet die Zuckung nach der Lähmung des Nerven nicht mehr, und es wird zweifelhaft, ob der elektrische Strom jetzt direct die contractile Substanz erregt habe, oder ob er nur für den Nerven eine so starke Erregung erzeugt

habe, dass die lähmende Wirkung des constanten Stromes nicht mehr ausreichte, um dieselbe zu vernichten oder zu hemmen. Es ist also immer noch fraglich, ob der elektrische Strom in irgend welcher Weise ein Reizmittel für die contractile Substanz sei. Obgleich ich glaube, dass daran im Ernste nicht gezweifelt werden kann, schon wegen der bekannten dauernden Zusammenziehung, welche jeder Muskel während der Dauer eines constanten Stromes zeigt, ganz im Gegensatze zu dem Gesetze, nach welchem der Nerv durch denselben erregt werden kann, so mag es dennoch nützlich sein, auf diese Frage näher einzugehen, weil sie augenblicklich von mehreren Seiten in durchaus verschiedener Weise beantwortet wird. Wundt schreibt der contractilen Substanz die Fähigkeit zu, nur allein auf den Reiz des elektrischen Stromes durch die Contraction reagiren zu können, während Schiff zwar auch eine eigene Muskelirritabilität annimmt, dieselbe aber für die elektrische Erregung gänzlich läugnet, eine Ansicht, welcher sich consequenter Weise zum Theil auch Eckhard anschliessen dürfte, welcher den Beweis der Nichtexistenz der Muskelirritabilität eigentlich nur in Hinsicht auf die elektrische Reizung allein zu führen suchte.

Dass die Wundt'sche Behauptung falsch sei, habe ich mehrfach zu beweisen mich bemüht. Die grosse Mehrzahl aller erregend wirkenden chemischen Körper ist ein Reiz für die Muskelsubstanz selbst, und nur von einem einzigen lässt sich nachweisen, dass er nur den Nerven erregt, und für die contractile Substanz wirkungslos ist. Um diese Angaben jeder Zeit bewahrheiten zu können, schneide man den Musc. Sartorius eines Frosches durch 3 senkrecht auf die Faserung gerichtete Scheerenschnitte in 4 Stücke. Die beiden Endstücke, welche man auch bei ganz grossen Fröschen unten nicht länger als 3 Mm., oben nicht über 4 Mm. lang machen darf, zucken gar nicht, wenn man sie mit jenem Körper, dem concentrirten Glycerin, benetzt, die beiden anderen Stücke dagegen zucken heftig und gehen in Tetanus über. Macht man denselben Versuch aber mit irgend einer anderen reizenden Substanz, Säuren, Alkalien etc., so zucken

alle 4 Stücke, auch die Enden also, welche keine Nerven enthalten, und ich darf dem glücklichen Zufalle dankbar sein, der mir einen Muskel in die Hände spielte, bei welchem die gewählte Reizmethode meist nur die reine contractile Substanz betraf, so dass alle chemischen Körper, welche bei directer Reizung Muskelzuckungen hervorriefen, mit Ausnahme des concentrirten Glycerins, als wahre Muskelreize betrachtet werden müssen, wie später durch ihre unbeeinträchtigte Wirkung, während der Dauer der Nervenlähmung mittelst des constanten Stromes, bestätigt wurde.

Das gänzliche Fehlen der intramuscularen Nerven in gewissen Muskelstrecken giebt uns nun aber auch ein Mittel an die Hand, die Erregungsfähigkeit des elektrischen Stromes für die contractile Substanz zu erkennen. Man schneide wieder einen Sartorius in mehrere Stücke und trage Sorge, diesmal dieselben alle gleich 4 Mm. zu machen. Bei einem grossen Frosche z. B., wo dieser Muskel vom Nerveneintritt an bis zum oberen Ursprunge 12 Mm. messen kann, ist es leicht, 3 ganz gleich grosse Muskelvierecke auf diese Weise zu erhalten. Werden nun diese 3 Stücke mit ihren Schnittflächen an einander gelegt, und die beiden äussersten mit ihrer äusseren Grenze mit 2 Papierbauschelektroden in Verbindung gebracht, so zuckt bei dem Minimum der elektrischen Reizung, welche mittelst des Rheochords, oder durch Verschieben der secundären Rolle des Inductionsapparates leicht gefunden werden kann, immer nur eins dieser Stücke und zwar immer nur dasjenige, welches die Nerveneintrittsstelle enthält. Wird die Reizung sodann allmälig verstärkt, so zuckt auch das 2te zwischen dem Ende und dem Hilus herausgenommene Quadrat, und ebenso fängt auch das 3te Endstück schliesslich an zu zucken, wenn der Reiz nochmals verstärkt wird. Die Dichte der elektrischen Ströme, welche die Muskelstückchen durchziehen, ist wegen der gleichen Gestalt in allen dreien natürlich dieselbe. Man mag ferner die Stückchen in einer anderen Reihenfolge zwischen die Elektroden legen, oder sie neben einander über 2 feine nach der Weber'schen Methode angeordnete Platindraht-

elektroden lagern, immer bleibt der Erfolg des Versuchs derselbe, so lange noch eine hinlängliche Erregbarkeit in den Muskeln vorhanden ist. Nach diesem Versuche ist es wohl ganz klar, dass auch das Ende des Sartorius, welches keine Nerven enthält, durch den elektrischen Strom erregbar sei. Wer an die Nervenwirkung in distans, über die Schnittflächen der anderen beiden nervenhaltigen Muskeltheile hinaus, glauben will, der mag schliesslich das Endstück allein auf die Elektroden legen, und niemals wird auch so die Zuckung ausbleiben, gleichviel ob die Wechselströme der secundären Rolle oder die gleichgerichteten Schläge der primären Spirale, oder Schliessung und Oeffnung eines Kettenstromes zur Reizung verwendet wurden. In allen Fällen bleibt sich die Zuckung gleich, und niemals zeigt sich irgend eine Verschiedenheit an der einen oder der anderen Elektrode. Die contractile Substanz ist folglich trotz Eckhard und Schiff und auch durch den elektrischen Strom reizbar wie der Nerv.

Nach dem, was ich früher über die chemische Reizung mitgetheilt habe, bedarf es keiner besonderen Begründung mehr, dass der Muskel auch ohne den Nerven den Reiz von Querschnitt zu Querschnitt übertrage. Wenn man den hart vor dem Ursprunge des Sartorius angelegten Querschnitt in einer capillaren Schicht mit einer reizenden Flüssigkeit benetzt, und darauf den ganzen Muskel in seiner ganzen Länge zucken sieht, so muss sicherlich die Contraction durch die contractile Substanz fortgeleitet worden sein, da ja zwischen der Applicationsstelle des Reizes und den letzten intramusculären Nerven ein mehrere Millimeter langes Muskelstück dazwischen liegt, welches frei von allen Nerven ist. Für diese Strecke ist die Sache also unzweifelhaft, und es braucht kaum hinzugefügt zu werden, dass es sich auch an den nervenhaltigen mittleren Theilen des Muskels ebenso verhält, denn auch hier läuft die Zuckung weiter, selbst wenn der Nerv durch einen constanten Strom gelähmt ist, im Widerspruche gegen die Behauptung Schiff's, der den Muskel während der Dauer des lähmenden Stromes nur local sich contrahiren gesehen haben will. Es ist ganz gleichgültig, wie Schiff den

Versuch anstellen will, er mag sich der mechanischen, der chemischen oder der elektrischen Reizung bedienen. Ein Sartorius vom Frosch, dessen Nerv in aufsteigender Richtung von einem Strome von 4, 6 oder 8 Grove'schen Elementen durchflossen wird, wird ihm immer die schönsten Zuckungen zeigen, welche sich stets von der Reizstelle bis nach dem anderen Ende der Primitivbündel ausdehnen und nie an jenem Orte beschränkt bleiben, wenn er anders den Muskel selbst vor Zerstörungen zu bewahren versteht. Die hier von Schiff gemachte widersprechende Angabe ist eben so falsch, wie die Behauptung, dass die von v. Wittich beschriebenen Wasserzuckungen auf Nervenerregung beruhten.

Wenn wir jetzt die Bezeichnung der idiomusculären Contraction für die bei directer Reizung der contractilen Substanz gefundenen Thatsachen adoptiren, so finden wir, dass also dieselbe hervorgerufen werden kann durch chemische, mechanische und elektrische Reizungen, und dass ihr dieselben Eigenschaften zukommen, wie der durch den gereizten Nerven vermittelten neuromusculären Contraction, dass sie sich nämlich von der Reizstelle aus in jeder Richtung innerhalb des Sarkolemms verbreitet. Besteht ein Unterschied zwischen neuro- und idiomusculärer Bewegung, so kann derselbe nur in dem Modus gesucht werden, denn es ist klar, dass sich ein Muskelprimitivbündel, das an einem Ende gerade eine Nervenfaser erhält, ebenso bei Reizung dieses Nerven verhalten wird, wie wenn wir denselben durch irgend einen anderen künstlichen Reiz ersetzen. Dieser Fall scheint indessen bei keinem Muskel vorzukommen, sondern immer erhält ein Muskelprimitivbündel mehrere Nerven, welche an verschiedenen Punkten seiner Länge das Sarkolemm durchbrechen und es ist deshalb anzunehmen, dass die neuromusculäre Bewegung von mehreren Orten gleichzeitig beginnt, während die idiomusculäre zunächst auf die Reizstelle verwiesen ist, von welcher aus allein sie fortgepflanzt werden kann. Immerhin aber bleibt es sehr wahrscheinlich, dass man künstlich einem Muskel eben so gut dieselbe Bewegung ertheilen könne, wie durch den Nerven, wenn man nur Sorge trüge,

den directen Reiz an mehreren, den Verknüpfungspunkten des Nerven mit der contractilen Substanz entsprechenden Orten zugleich einwirken zu lassen. So würde dann wohl jeder Unterschied zwischen neuro- und idiomusculärer Bewegung wegfallen.

Das allgemeine Bild des direct ohne Nervenvermittelung gereizten Muskels wäre hiermit abgeschlossen. Je nach der Art und dem Grade der Reizung treten aber Erscheinungen ein, welche jetzt von ganz besonderer Bedeutung sind, da sie die Veranlassung zu einer völlig von allem früheren abweichenden Auffassung der Lehre von der Muskelbewegung geworden sind. Ich habe bei Gelegenheit der chemischen Reizung schon einer Erscheinung erwähnt, welche immer eintritt, wenn der Muskel an einem Punkte längere Zeit mit der erregenden Flüssigkeit in Berührung bleibt. Das obere Sartorius-Ende schwillt in der Regel nach abgelaufener Zuckung beträchtlich an, krümmt sich dann hakenförmig um, und geht so in den Zustand der Starre über, und es ist dies eine von den Bewegungen, welche Schiff als idiomusculär im engern Sinne bezeichnen würde, eine local auf die Reizstelle beschränkt bleibende, dauernde Contraction.

Die Beschreibung dieser Art der Muskelcontraction ist in dem Lehrbuch der Physiologie von Schiff so sehr mit allen möglichen Seitenblicken, verdächtigenden Bemerkungen über die Untersuchungen anderer Forscher und mit so vielen nur halb wahren Aussagen durchwachsen, dass es nothwendig wird, eine ganz abweichende Darstellung bei ihrer Beurtheilung einzuschlagen.

Zunächst muss ich bemerken, dass Schiff sich sehr mit Unrecht für den eigentlichen Entdecker der von ihm als idiomusculär bezeichneten Contractionen hält, da sich Jeder aus seinem Knabenalter sehr gut erinnern wird, welche Folgen die localen und heftigen Muskelreizungen begleiten. Allen Turnern namentlich ist es schon seit langer Zeit bekannt, wie ein kräftiger Hieb mit der scharfen Seite der Hand quer über den Biceps brachii geführt, ein plötzliches Wallen dieses Muskels zur Folge hat, worauf sich an der geschla-

genen Stelle eine bald wieder verschwindende Schwiele erhebt, welche ohne Mühe durch Betasten als dem Muskel angehörig erkannt werden kann, und an welcher die Haut durchaus unbetheiligt ist. Wer den Versuch an sich selbst angestellt hat, wird auch die lähmende Wirkung eines solchen Schlages kennen, die demselben bekanntlich auch von jeher eine gewisse Berühmtheit bei allen körperlichen Uebungen ertheilt hat. Schiff, Weber und Funke sind aber die ersten, welche dieselbe Erscheinung zuerst an dem entblössten Muskel näher verfolgt haben, die letzteren bei Gelegenheit einer Hinrichtung, wo sie diese Wülste oder Schwielen noch lange Zeit nach dem Tode künstlich an dem menschlichen Leichnam hervorrufen konnten.

Will man die Vorgänge bei der mechanischen Reizung eines Muskels in allen Einzelheiten verfolgen, so ist es gut, sich dazu eines dünnen Muskels mit parallelen Fasern zu bedienen, bei grösseren Thieren z. B. der schrägen Bauchmuskeln, des Diaphragma's oder des Sartorius. Es ist ferner nützlich, die Reizung auf eine kleine Anzahl von Primitivbündeln zu beschränken, da man hinlänglich Alles daran übersehen kann, was eine grössere Zahl gereizter Muskelbündel, doch immer nur in derselben Weise, als Wiederholung zeigen kann. Nimmt man z. B. einen Streifen aus dem Zwerchfell eines eben getödteten Hundes und reizt man ein grösseres Stück davon mit irgend welchem Instrument mechanisch, so wird man mehr oder weniger dieselbe Erscheinung eintreten sehen, nämlich eine dem Reize fast augenblicklich folgende Verkürzung des ganzen Muskelstücks und eine nicht immer deutlich ausgeprägte dauernde Reaction an der Reizstelle selbst. Am besten ist es daher, die Reizstelle so klein wie möglich zu machen, und den mechanischen Reiz mit einer stumpfen, nicht durchbohrenden Nadel auszuführen. Man sieht auf die Weise Folgendes:

Wenn der Muskel irgend eines warmblütigen Thieres gleich nach dem Tode irgendwo mittelst der Nadel mit mässiger Kraft und Geschwindigkeit gedrückt wird, so contrahiren sich alle diejenigen Primitivbündel, welche direct ge-

troffen werden, augenblicklich in ihrer ganzen Länge. Nach Ablauf dieser wahren Zuckung erhebt sich die eingedrückte Stelle langsam über das Niveau des übrigen Muskels empor in Form eines stumpfen Kegels, welcher eine kurze Zeit hindurch bestehen bleibt, und dann allmälig sich abplattend wieder verschwindet. Zieht man mit der Nadel einen Druckstrich senkrecht über die Richtung mehrerer Muskelfasern, so ist die Erscheinung dieselbe, mit dem Unterschiede, dass die Zuckung auch auf alle anderen Primitivbündel sich erstreckt, und dass die kegelförmige Erhebung in der Form eines Wulstes erscheint, welcher genau der Drucklinie entsprechend über alle von dem Reize getroffenen Primitivbündel hinübergeht. Bei allen warmblütigen Thieren, welche ich untersuchte, beim Pferde, beim Rinde, dem Hunde, Kaninchen, der Katze und dem Meerschweinchen ist der beschriebene Vorgang constant derselbe, an der Thatsache selbst besteht durchaus kein Zweifel und es fragt sich nur, wie man sich dieselbe erklären könne.

Dass der Muskel bei directer mechanischer Reizung zuckt, dass z. B. ein Froschmuskel beim Anlegen eines Querschnitts die stärksten Contractionen zeigt, ist eine seit langer Zeit bekannte Sache, und es wird Niemand daran zweifeln, dass die Contraction des gedrückten oder gestochenen Muskelbündels eines warmblütigen Thieres gleichbedeutend sei mit jeder anderen Muskelzuckung. Zum Ueberflusse ist es immer leicht zu zeigen, dass ein auf einem so gereizten Muskel mit seinem Nerven aufliegender Froschschenkel in secundäre Zuckung verfällt. Ist aber die dauernde Erhebung, welche an der Reizstelle entsteht, auch eine Contraction, welche, wenigstens dieses Stück isolirt betrachtet, dieselbe gleich erscheinen lässt mit der eines anderen durch andere Reizmittel zur Contraction gebrachten Muskels? Man sollte denken, dass Schiff, der doch die ganze Muskellehre auf diese Erscheinung stützen wollte, diese Frage zu beantworten gesucht habe? Statt dessen protestirt er aber dagegen, dass eine Muskelcontraction der anderen gleich zu sein brauche. Er versichert freilich, dass seine sogenannte idiomusculäre Contraction mit

einer starken negativen Schwankung des Muskelstromes begleitet sei, sagt aber nichts über die Untersuchungsmethode und die Experimente, durch welche er sich dessen versicherte. Die idiomusculäre Contraction ist ihm ferner gleich mit der Todtenstarre und der Wärmestarre, und es bleibt dann in der That zu verwundern, wie er es nicht vorgezogen hat, dieselbe ganz von allen übrigen Muskelcontractionen zu trennen, da die Unähnlichkeiten zwischen beiden dadurch so gross werden, dass die Verknüpfungspunkte gänzlich verloren gehen dürften.

So schlimm steht es indessen um die Sache nicht. Szermak hat gezeigt, dass ein Froschschenkel, dessen Nerv an einer Stelle den ruhenden Muskel an einer anderen jenen „idiomusculären Wulst" berührt, in secundäre Zuckung verfalle, eine Beobachtung, welche ich als vollkommen richtig bestätigen kann. Derselbe Versuch ist mir sogar mit dem nach Art des Froschpräparats zugerichteten Schenkel desselben warmblütigen Thieres gelungen, dessen übrige Muskeln durch mechanische Reizung die idiomusculären Wülste lieferten.[1]) Man sollte demnach meinen, dass der Muskelstrom an der gereizten Stelle in der negativen Schwankung oder einer dauernden Abnahme begriffen sei, und der Versuch würde leicht für die Frage entscheidend sein können, wenn nicht als gewiss angenommen werden dürfte, dass eine absolute örtliche Zerstörung der contractilen Substanz ganz dasselbe bewirken müsste, da die vernichtete Muskelsubstanz immer noch als Leiter des zunächst liegenden unversehrten Muskelquerschnitts dienen würde, so dass die secundäre Zuckung hier nur die Bedeutung der Zuckung ohne Metalle, der durch den ruhenden Muskelstrom hervorgerufenen Contraction erhielte. Der Umstand aber, dass die idiomusculären Wülste mehrere Male bei frischen Muskeln immer wie-

1) Dem zu diesem Versuche verwendeten Kaninchenschenkel war nach einer neuen, höchst sinnreichen Methode, welche Herr Cl. Bernard demnächst veröffentlichen wird, ein ähnlicher hoher Grad von Erregbarkeit künstlich ertheilt, wie man ihn sonst nur bei den reizbarsten Präparaten der Kaltblüter zu finden gewohnt ist.

der an derselben Stelle nach ihrem Verschwinden hervorgerufen werden können, spricht dafür, dass die secundäre Zuckung, welche sie veranlassen, wirklich von der negativen Schwankung des Muskelstromes herrühren, obgleich es immer noch seltsam bleibt, dass jener dauernden Contraction, nicht auch ein tetanischer Zustand des Froschschenkels entspricht, analog dem secundären Tetanus. Aus letzterem Grunde wird es sogar sehr wahrscheinlich, dass die dauernde Contraction nach mechanischer Reizung, gegenüber dem bisher gekannten „Tetanus", die einzige ununterbrochene, stetige, beharrende Muskelzusammenziehung darstelle. Dass diese dauernde Erhebung oder locale Verdickung durchaus verschieden sei von der Todtenstarre, erhellt, ganz abgesehen von dem allmäligen Verschwinden und der Fähigkeit auf's Neue durch jeden neuen Reiz wiederzukehren, aus dem Ausbleiben aller derjenigen Zeichen, welche die Starre charakterisiren. Niemals reagirt ein durch einen solchen Wulst geführter Querschnitt sauer, sondern das auf die Schnittfläche gelegte rothe Lackmuspapier wird im Gegentheil blau, in Uebereinstimmung mit der vor kurzem von du Bois-Reymond untersuchten Reaction des lebendigen Muskels. Ein todtenstarrer Muskel ist ferner immer undurchsichtiger und trüber als ein noch reizbarer, und es ist leicht, an dem dünnen Diaphragma neugeborener Katzen und Kaninchen, oder an den feinen Muskeln der Maus die idiomusculären Wülste unter dem Mikroskop als vollkommen so durchsichtig wie die übrigen Theile der Primitivbündel zu erkennen, womit die Annahme einer localen Abtödtung an der Reizstelle ganz und gar beseitigt werden kann. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die sogenannten idiomusculären Wülste in einer wirklichen, local auf die Reizstelle beschränkten andauernden Contraction bestehen.

Man hat demnach bei der directen mechanischen Reizung des Muskels zweierlei zu unterscheiden: eine dem Reize rasch folgende Contraction des Primitivbündels in seiner ganzen Länge, und eine später eintretende locale, der Reizstelle entsprechende Contraction, oder wie Schiff es nennt, eine

neuromusculäre und eine idiomusculäre Bewegung. Sehen wir jetzt, ob die beschriebenen Thatsachen zu der letzteren Unterscheidungsweise berechtigen, oder ob nicht die Contractionen beide ebenso gut neuromusculär oder beide idiomusculär sein können.

Um die Unterschiede zwischen den beiden auf einander folgenden Contractionen zu erklären, ist Schiff auf den Gedanken gekommen, dass die erste rasch erfolgende Contraction von dem mitgereizten Nerven herrühre, während die 2te locale Contraction die Reaction des gereizten Muskels sei. Abgesehen davon, dass gar nicht einzusehen ist, wie der mittelbar auf einem Umwege gereizte Muskel sich viel eher contrahiren sollte, als der direct gereizte, abgesehen von dem Widerspruch, in welchem diese Anschauung zu den Resultaten der Helmholtz'schen Untersuchungen steht, führt diese Lehre auch noch zu der Annahme, dass der Muskel überall in allen Orten mit Nerven durchsetzt sei, da es ohne dies schlechterdings unmöglich wäre, dass jedes Primitivbündel von jedem Punkte aus zu einer neuromusculären Contraction vermocht werden könnte. Wie ich gezeigt habe, ist die Nervenverbreitung auch im Sartorius eine ganz beschränkte, und demnach müssten über die ganze Länge des Primitivbündels verlaufende Zuckungen nur von einigen wenigen dem Nerven entsprechenden Punkten aus erhalten werden können, wenn Schiff im Rechte wäre, wo er behauptet, dass jede ausgebreitete Zuckung neuromusculär sei. Das aber scheint Schiff ganz übersehen zu haben, welch ein ungeheurer Unterschied zwischen der Reizung liegt, welche die nicht direct getroffenen Punkte der contractilen Substanz empfangen und derjenigen, welche sie erleidet, da wo der künstliche Reiz unmittelbar einwirkt. Wenn es Schiff noch nicht belieben sollte, der Muskelfaser das Leitungsvermögen zuzuschreiben, so möge er sich an das Beispiel des Nerven halten. Man kann einen Nerven in einem Punkte durch einen Reiz vernichten, von welchem aus aber die nächst gelegenen Orte die Reizung weiter fortpflanzen, ohne selbst mit beschädigt zu werden. Der Reiz, welcher also von

Querschnitt zu Querschnitt übertragen wurde, erreichte gewiss nicht die Mächtigkeit des von aussen applicirten Einflusses, der den Nerven an jener Stelle zerstörte. Nun ganz so wird es wohl beim Muskel auch sein, und wir werden uns nicht wundern dürfen, wenn der Muskel sich an der Stelle stärker contrahirt, an welcher er direct dem Reize ausgesetzt war, als dort, wo nur ein erregter Muskelquerschnitt als Reiz auf den nächstfolgenden wirkte. Die stärkere Erhebung, welche den sogenannten idiomusculären Wulst kennzeichnet, kann also auf einen sehr einfachen Grund zurückgeführt werden. Anders steht es mit dem zeitlichen Verlauf dieser Contraction. Wir haben erwähnt, dass die idiomusculäre Erhebung nach beendeter allgemeiner Zuckung des Muskels entstehe, und viel später wieder verschwinde als diese, kurz von längerer Dauer sei. Bei einem ganz frischen Muskel folgt indessen der Beginn derselben so rasch auf die Zuckung, dass der geringe Zeitverlust ohne Zwang so gedacht werden kann, dass der Muskel, da wo er zuerst durch den mechanischen Reiz niedergedrückt war, auch eine bestimmte Zeit gebrauchte, um diese Vertiefung durch die Contraction wieder auszugleichen und ferner einen Zeitraum, um aus dem, der Dicke während der Ruhe entsprechenden Zustande weiter heraus, den im Ganzen contrahirten Muskel als locale Erhebung überragen zu können. Der spätere Eintritt der Schiff'schen idiomusculären Contraction dürfte dieselbe also wohl kaum als etwas so ganz Absonderliches erscheinen lassen, viel eher würde das der Fall sein wegen ihres langsamen Verschwindens, ein Umstand, auf welchen ich zurückkomme.

Schiff hat angegeben, dass, eine bestimmte Zeit nach dem Tode des Thieres, die Folgen der mechanischen Reizung andere seien, als bei ganz frischen Muskeln. Er beschreibt eine ganz eigenthümliche Art der Muskelcontraction, welche er schliesslich auch für neuromusculär erklärt hat. Streicht man nämlich mit einem kantigen Instrument in senkrechter Richtung zur Faserung über einen Muskel hin, welcher nicht mehr die höchste Stufe der Erregbarkeit besitzt, dabei aber

doch noch nicht zu weit von derselben entfernt ist, so sieht man von der Reizstelle aus ein zierliches Wellenspiel in der ganzen Länge der Primitivbündel nach beiden Seiten hin vor sich gehen. Während sich die direct gereizte Stelle zum Wulste erhebt, gehen Contractionswellen oder knotige Anschwellungen von derselben aus, welche mit erheblicher Geschwindigkeit bis zum Ende des Muskels hinlaufen, dann scheinbar zurückkommen und mit einer zweiten zusammenprallen. Diese äusserst hübsche Erscheinung trifft man bei den Muskeln der warmblütigen Thiere nicht immer an, wenigstens ist sie mir nicht so oft vorgekommen, wie ich nach Schiff's Beschreibung erwarten durfte, trotz der zahlreichen Thiere, welche ich beobachtete. Ich habe dieselbe aber nie ausbleiben sehen bei dem Sartorius des Frosches, bei welchem die wellenartig gestaltete Contraction sehr leicht zu beobachten ist, wenn man denselben an einem Ende aufhängt und an dem anderen Ende mit der Scheere so einen Querschnitt anlegt, dass man ihn zugleich etwas spannt, damit das Wellenspiel nicht in den ruckweisen Zuckungen untergehe. Man sieht dann namentlich bei durchfallendem Lichte, worin der Muskel in den schönsten Farben spielt, die zarten Wellen scheinbar in der durchsichtigen Masse aufsteigen und wieder herabwallen, wodurch zugleich das Farbenspiel des schillernden Muskels in den lebhaftesten Wechsel geräth. Bei den Muskeln der Warmblüter habe ich den analogen Vorgang immer am besten gesehen, wenn das getödtete Thier durch künstliche Respiration eine Zeit lang noch durch die Blutcirculation in einem dem Leben nahen Zustande erhalten wurde, oder in ganz unversehrten, nicht isolirten und mit Bindegewebe gut bedeckten Muskeln der Extremitäten zu verschiedenen Zeiten nach dem Tode.

Da nicht angenommen werden darf, dass die mechanische Reizung in allen diesen Fällen immer einen Nerven mit betroffen habe, wenigstens nicht in jedem mitgereizten Primitivbündel, so ist es wohl im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch diese fortlaufenden Contractionswellen idiomusculär seien, um so mehr, weil sie geradezu als eine Fortsetzung

des an der Reizstelle entstehenden Wulstes erscheinen. Am Sartorius des Frosches ist es ganz evident, dass dieselben von nervenlosen Stellen des Muskels ausgehen können, da jeder Querschnitt, welcher in die nervenlosen Gebiete desselben fällt, immer das beschriebene Bild hervorruft. Dies Wellenspiel ist ferner wieder eine unzweifelhafte Contraction, welche nur in der Form so ausgezeichnet ist, denn es gelingt sehr gut einen Froschschenkel dadurch secundär zucken zu lassen. Legt man den Nerven eines Froschschenkels an einen gespannten Sartorius desselben Thieres an und schneidet man jetzt langsam das nach unten herabhängende Muskelende ab, so zuckt jedes Mal, häufig auch mehrere Male, der Schenkel secundär, während der direct gereizte Muskel nur die innere Unruhe an dem Spiel der Contractionswellen verräth. Die secundäre Zuckung gelingt ebenso von den Muskeln der Warmblüter aus, ja man kann hier sogar nicht selten die Zuckung eintreten sehen, während die langsam an den Froschnerven heranrollende Welle denselben noch nicht ganz erreicht hat. Während sie unter ihm weggeleitet werden, erfolgen dann häufig noch mehrere einzelne Zuckungen in den Zehen, oder eine flimmernde Bewegung in der Wade.

In dem Stadium, wo nur die mechanische locale Reizung diesen Modus der Contraction erzeugt, bemerkt man, dass die locale wulstige Contraction etwas später eintritt und noch langsamer wieder verschwindet. Nie aber erreicht sie eine solche Höhe wie bei dem ganz frischen Muskel, wo ein kräftiger Stoss mit dem stumpfen Ende des Scalpelheftes auf die Oberschenkelmuskeln des Hundes leicht eine zollhohe Erhebung verursacht.

Je weiter der Muskel dann abstirbt oder je länger er isolirt und dem Blutkreislauf entzogen war, desto mehr prägt sich diese Veränderung aus. Die Wülste werden immer niedriger, treten viel später ein und dauern länger an. Gleichen Schritt damit hält aber auch die Veränderung, welche die von der Reizstelle ausgehende Contraction erleidet, so dass die Möglichkeit, in derselben das Spiel einer wellenartigen Bewegung erkennen zu können, allein durch die Ver-

langsamung der ursprünglich nur rascher aber in derselben Weise fortschreitenden Muskelcontraction aufgefasst werden muss. Dem zu Folge bietet der Muskel jedes warmblütigen Thieres mehrere Stadien dar, welche ziemlich scharf von einander geschieden sind. Der ganz frische Muskel contrahirt sich rasch, die locale Erhebung an der Reizstelle beginnt frühe und verschwindet bald wieder, erreicht aber eine bedeutende Höhe. Im 2ten Stadium ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit vermindert, die locale Erhebung geschwächt und ihre Dauer verlängert. In einem 3ten Stadium endlich geht der fortgepflanzten Contraction die locale Erhebung voraus, so dass das Weiterschreiten der Muskelcontraction in einem Vorrücken der contrahirten Reizstelle besteht.

Schiff behauptet nun zwar, dass die fortschreitende Bewegung an die Erhaltung der intramuscularen Nerven geknüpft sei, und dass die rein locale Contraction der contractilen Substanz allein eigenthümlich sei, er hat aber eben gar nicht angegeben, dass bei jedem Muskel ein Stadium existirt, wo jene rasch verlaufende, nach ihm neuromusculäre Bewegung gar nicht mehr eintritt, sondern wo der von ihm als idiomusculär bezeichnete Wulst selbst sich zerklüftet und die 2 langsam aus einander rückenden Contractionswellen darstellt. Wenn nun nach Schiff der Muskel selbst den Reiz nicht fortleitet, wenn ohne Nervenvermittlung die Contraction immer nur local bleibt, wie kommt es denn, dass dasjenige Ding, das er selbst als idiomusculäre Contraction anerkennt, von einem Orte zum andern in der Länge des Muskelprimitivbündels fortschreitet? Wir können uns für einen Augenblick in Schiff's Gedanken ganz versetzen. Nach ihm ist der Muskel oder die contractile Substanz überall mit Nerven erfüllt. Die Nerven sollen absterben und dann soll allein der Muskel als reizbares Organ übrig bleiben. Auf dieser Vorstellung beruht sein Beweis der Muskelirritabilität. Was liegt aber wohl näher als der Gedanke, dass, wenn der Nerv allein die Fortpflanzungsfähigkeit der Contraction bedingt, dass dieser Nerv bei seinem Absterben erst selbst die Leitungsfähigkeit verliere, während seine einzelnen Punkte

noch recht gut reizbar bleiben können, so dass die zunächst liegende Muskelsubstanz mittelst derselben noch erregt werden kann? Bei der Leitung ist eben immer ein erregter Querschnitt als Reiz für den folgenden zu denken, und dass dieser Reiz nicht dem einer kräftigen mechanischen Misshandlung gleichzusetzen ist, versteht sich wohl von selbst. Um so mehr also, wenn der Nerv abzusterben beginnt, wo der äussere künstliche Reiz noch an einer Stelle wirken kann, während der Reiz des nächsten erregten Querschnitts nicht mehr genügen wird, um den Effect an dem Ende des Organes zur Geltung kommen zu lassen. — Ich will nicht läugnen, dass die von Schiff beobachteten Thatsachen Beiträge zu einem Beweise der Muskelirritabilität liefern können, denn die Dinge würden jedenfalls ganz anders aussehen, wenn der Muskel nicht irritabel wäre, in der Schiff'schen Argumentation liegt aber bis hierher noch gar kein Beweis, denn der frische Muskel enthält einen noch für längere Strecken leitungsfähigen Nerven, während der absterbende Muskel einen Nerven enthalten kann, welcher nur für kurze Strecken, entsprechend der Ausdehnung des Wulstes oder der direct getroffenen Reizstelle, die Leitung zulässt.

Nach eigenen Versuchen hat sich mir ergeben, dass die Dauer der Erregbarkeit bei den isolirten Muskeln warmblütiger Thiere eine sehr verschiedene ist, abhängig von zahllosen äusseren Bedingungen. Die Hauptbedingung ist die Temperatur, mit welcher die Dauer der Erregbarkeit meist gleichen Schritt hält. Durchschnittlich bleibt der isolirte und vor Vertrocknung geschützte Muskel eines Warmblüters bei einer Temperatur von 14° C. 5—6 Stunden erregbar, innerhalb welcher Zeit die verschiedenen Veränderungen im Verlauf der Contraction so vertheilt liegen, dass das erste und zweite Stadium in die erste Stunde fallen, während die übrige Zeit durch das dritte Stadium ausgefüllt wird. In dem letzteren treten insofern noch Aenderungen ein, als die Entfernung immer mehr abnimmt, bis zu welcher die Contraction von der direct gereizten Stelle aus fortschreitet. Je mehr der Verlust der Erregbarkeit an den Muskeltod, an die Tod-

tenstarre sich annähert, desto geringer wird auch die Geschwindigkeit, mit welcher das Fortschreiten stattfindet, ja man gelangt zu einem Punkt, wo die direct gereizte Stelle sich nur noch schwach erhebt und dann für immer so stehen bleibt. Schneidet man den Muskel hierauf an jenem Orte quer durch, so findet man ihn dort sauer, die Starre hat Platz gegriffen und kein Mittel vermag den beweglichen Zustand wieder herzustellen, welcher die ganze Fülle von Erscheinungen bedingt, die in der Form der Muskelverkürzung unter den Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanz verborgen liegen.

Wie kommt es nun, dass sich an einem ganz frischen Muskel eine rasch verlaufende Zuckung von einer auf die Reizstelle beschränkten Contraction sondert? Wir sahen, dass diese Contraction vorzüglich durch ihre längere Dauer wirklich grosse Verschiedenheiten gegenüber der ersten Zuckung darbietet. Zunächst wird man überlegen müssen, welche Art des Reizes die Erscheinung hervorgerufen, man wird zunächst sein Augenmerk gerade auf das richten müssen, was man künstlich in die Sache selbst hineingebracht. Schiff glaubt das Vortheilhafte in der mechanischen Reizung darin erkennen zu müssen, dass sie ein schwacher Nervenreiz, ein starker Muskelreiz sei, wogegen indessen zu bemerken sein dürfte, dass ein handfester Hieb mit einem kantigen Instrument, wie man ihn in den letzten Stadien der Erregbarkeit braucht, wohl kaum unter die gelinden Nervenreize zu zählen sein dürfte. Die Methode der Reizung scheint mir aber gerade den ganzen Schlüssel zu den beschriebenen Thatsachen zu enthalten. — In der Physiologie hat sich seit langer Zeit der Begriff der Ermüdung eingebürgert, womit der Zustand eines Organs z. B. eines Muskels bezeichnet, in welchen derselbe durch seine zu oft wiederholte Leistung versetzt wird. Beim Muskel ist es bekannt, dass nicht allein sehr häufige Contractionen, sondern auch andere Einflüsse, wie Dehnungen, Vertrocknung etc. allmälig denselben Zustand herbeiführen, und Niemand wird daran zweifeln, dass es nichts geeigneteres giebt, um einen Muskel zu

ermüden, als dass man ihn mechanisch misshandelt, klopft, zerrt oder sticht. Die mechanische Reizung besteht offenbar bis jetzt in nichts anderem, vor allen Dingen die, welche zur Erzeugung der Schiff'schen idiomusculären Contraction die geeignetste ist. Wenn man einen Muskel in seiner ganzen Länge ein paar Mal mechanisch gereizt hat, so ist es bald aus mit seiner Erregbarkeit, und falls er sich noch contrahirt, trägt die Bewegung den Charakter eines auf's Höchste erschöpften Muskels an sich, das Stadium der latenten Reizung ist verlängert, das Maximum der Verkürzung verringert und die ganze Zuckungscurve gedehnt. In Uebereinstimmung damit steht es, dass die sogenannte idiomusculäre Contraction am besten ausgeprägt ist bei bereits ermüdeten Muskeln oder solchen, welche wenig erregbar, längere Zeit nach dem Tode verwendet werden, denn hier dauert sie am längsten, wenngleich die Erhebungen auch nie dieselbe Höhe wie beim frischen Muskel erreichen. Es giebt darum kein besseres Mittel die Wülste bei einem frischen Muskel zur Anschauung zu bringen, bei welchem sie allzu rasch wieder schwinden, als wenn man ihn stark dehnt, womit den gröbsten Anforderungen am besten Rechnung zu tragen ist.

Was im Allgemeinen bei der geschilderten mechanischen Reizmethode geschieht, wird auch in jedem einzelnen Falle nicht ausbleiben. Bei jedem einzelnen Versuche wird die Reizstelle ermüdet, und daraus erklärt sich das ganze Verhalten derselben. Durch den Druck oder den Schlag wird die contractile Substanz misshandelt oder aus einander getrieben, das Sarkolemm gezerrt, und deshalb wird die hier entstehende Contraction den Charakter der Contraction eines ermüdeten Muskels tragen, später eintreten und länger anhalten. Deshalb ist es schwerer bei einem ganz frischen Muskel dieselbe hervorzurufen, deshalb ist es leichter bei einem erschöpften, leichter, nachdem dieselbe Stelle einige Male demselben Einflusse ausgesetzt war. Die Contraction, welche sich von dort aus fortpflanzt, ist ganz davon zu trennen, sie hat ihren Grund in einer leichteren Reizung, welche in der Umgebung des Centrums der stärksten mechanischen

Reizung stattfindet, ja sie kann andererseits sogar ganz vermieden werden, wenn der Reiz in einer Weise angebracht wird, dass er die direct getroffene Stelle so trifft, dass sie aus dem continuirlichen Zusammenhange mit den übrigen Strecken der Muskelcylinder herausgerissen wird. Ist der Muskel in den letzten Stadien seiner Erregbarkeit, so kann die Contraction der anderen Art deshalb leichter ausbleiben, während sie durch andere Reizmethoden immer noch erzeugt werden kann. Aus allen diesen Gründen ist es nun auch klar, weshalb die Muskeln der kaltblütigen Thiere so sehr viel schwerer die sogenannte idiomusculäre Contraction zeigen, obgleich es ihrer contractilen Substanz doch wahrlich nicht an eigner Erregbarkeit mangelt. Die Muskeln der Frösche und Schildkröten zeigen nur bei wirklich barbarischen Misshandlungen in den letzten Stadien ihrer Erregbarkeit, bei einer Behandlung, welche kaum den Namen des Experiments verdient, eine flüchtige rasch vergehende oder der Starre weichende locale Erhebung auf der Reizstelle, und nur die schrägen Bauchmuskeln der Frösche, welche mit auffallender Geschwindigkeit vor den anderen Muskeln dieser Thiere ihre Erregbarkeit verlieren, namentlich nachdem sie einigen Reizversuchen ausgesetzt werden, lassen einigermaassen die idiomusculären Wülste erkennen.

Hat man bei allen diesen Versuchen die Muskeln nicht halb zerschmettert, so sieht man dennoch immer dass auch diese Contractionen weiter schreiten. Die Wülste spalten sich in zwei Kämme, zwischen ihnen entsteht eine Vertiefung, wo der Muskel zur Ruhe zurückgekehrt, und von hier aus schreiten die secundären Wülste sich allmälig abflachend langsam fort. Bei der Reizung mit der stumpfen Nadel wird die Kegelspitze zum Krater, dessen Wülste fortschreiten. Wälle und Kämme sind aber immer noch wirkliche Contractionen, da sie dem Nerven des Froschpräparats zu Erregern der secundären Zuckung dienen können.

Der zeitliche Verlauf, so wie die übrigen Charaktere der bei der mechanischen Reizung entstehenden Contractionen,

die streng genommen nicht einmal als rein locale Verkürzungen aufgefasst werden können, indem die letzteren eigentlich nur dem Muskel eigen sind, wenn der Reiz ganz dicht vor dem Verlust der letzten Spur der Erregbarkeit angewendet wurde, berechtigen also, wie wir gesehen, weder zu einer Beweisführung der Muskelirritabilität, noch zur Lehre eines besonderen Beharrungsvermögens der Muskelcontraction, im Gegensatze zu dem wohl annehmbaren Leitungsvermögen der contractilen Substanz. Herr Schiff erscheint aber dafür mit anderen ganz neuen Waffen, gegen welche allerdings ganz anders verfahren werden muss, wie gegen seine Argumentationen. Es handelt sich um Thatsachen, welche nur Schiff sehen kann, und um andere, welche nur Schiff verschweigen konnte, jedes zu seiner Zeit. Es genügt ihm nicht, die Betrachtung anzustellen, dass die verschiedenen mechanischen Reize keine oder nur schwache Nervenreize seien, dagegen kräftige Erreger für die contractile Substanz, eine Anschauung, gegen welche wir soeben erhebliche Einwände vorbringen konnten, sondern es soll nun auch das Umgekehrte eintreten, bei anderen Reizmethoden, welchen Schiff eine starke Nervenerregung und einen mangelnden Einfluss für die Muskel zuspricht. Die Erregung auf chemischem Wege scheint ein schlechtes Mittel zur Erzeugung der localen Contractionen zu sein, und ich muss mit Schiff darin übereinstimmen, dass die Benetzung der äusseren Fläche des Muskels mit einer reizenden Flüssigkeit entweder die Erregung nicht rasch genug hervor zu bringen vermag, oder bei dem späteren Durchdringen derselben durch das Sarkolemm Erscheinungen erzeugt, welche nicht leicht von Gerinnung und anderen, der eigentlichen Contraction fremden Vorgängen zu trennen sind. Wenn aber Schiff, gestützt auf diese allerdings höchst mangelhafte Methode, sich herbeilässt den Satz auszusprechen, dass nur bestimmte Körper wie z. B. die Alkalien Muskelerreger seien, die Säuren aber nicht, so bedachte er wohl nicht, dass dazu vor allen Dingen ausgedehntere Versuche mit geeigneteren Hülfsmitteln nöthig seien. Von den Säuren sagt Herr Schiff, sie wirkten überhaupt

„mehr chemisch", womit in seinem Sinne ihr Unvermögen als Reizmittel bezeichnet sein soll. Ich habe gegen den Ausdruck selbst nichts einzuwenden, muss mir aber die bescheidene Anfrage erlauben, welchen Zauber denn Herr Schiff für die erregende Wirkung der Alkalien in Anspruch nimmt? — die nicht anders wie die unendlich verdünnten Säuren von nackten Querschnitten der Muskeln aus Contraction hervorrufen. Wirken diese vielleicht nicht chemisch? Kurz Herr Schiff befindet sich mit seinen Anschauungen über die chemische Erregung in einem so eigenthümlichen Zustande, dass es begreiflich wird, wie er die enorme reizende Wirkung der Säuren gänzlich übersehen konnte.

Ein Versuch an dem Sartorius des Frosches hätte ihm leicht zeigen können, dass selbst die tausendfach verdünnte Salzsäure Zuckungen hervorruft, und dass dieser Muskel beim längeren Eintauchen seines oberen den Querschnitt enthaltenden Endes eine Zeit lang contrahirt bleibt, nachdem die übrige Zuckung des nicht benetzten Theiles beendigt ist. Der Muskel schwillt dabei an und befindet sich anfangs wenigstens in einer wirklichen Contraction, denn die mit dem Erreger in Berührung gebrachte Stelle bleibt durchsichtig und kann durch einen sehr viel stärkeren Reiz, z. B. sehr heftige Inductionsschläge noch stärker contrahirt werden. Kurze Zeit darauf folgt der Einwirkung der Säure allerdings die Starre, welche dann endlich dem weiteren lösenden Einfluss der Säure weicht. Ganz ähnlich verhält sich der Muskel, wenn statt der Säure ein Alkali angewendet wird, auch hier sind wieder alle die Vorgänge sehr deutlich zu unterscheiden, welche nach Schiff heissen würden neuromusculäre und idiomusculäre Contractionen, Starre und endlich die „mehr chemische" Wirkung.

Ich komme nun schliesslich zu einem der kräftigsten Erregungsmittel, das wir kennen, nämlich dem elektrischen Strome. Wie schon erwähnt, stellt Schiff die Behauptung auf, dass derselbe ein starker Nervenreiz sei, den Muskel aber gar nicht zu erregen vermöge. Wie unrichtig diese Angabe ist, habe ich oben durch mehrere Versuche gezeigt,

es bleibt mir hier nur übrig daran zu erinnern, dass das, was Schiff als idiomusculäre Bewegung bezeichnet, recht gut auch durch den elektrischen Strom herbeigeführt werden kann, und ferner darauf aufmerksam zu machen, dass Schiff selbst diese Thatsache seit langer Zeit kennt, aus guten Gründen aber dieselbe bei dieser Gelegenheit in seinem Lehrbuche der Physiologie ganz verschweigt. Von der heimischen Literatur äusserlich entfernt bin ich leider nicht in der Lage, die Originalbeiträge Schiff's dazu zu liefern, ich finde aber in dem mir zugänglichen Canstatt'schen Jahresberichte vom Jahre 1851, dass Schiff[1]) die an den beiden Electroden entstehenden localen Contractionen der Muskeln warmblütiger Thiere, welche ganz identisch sind mit seiner idiomusculären Bewegung, selbst beschrieben hat. Was ihm davon entgangen sein mag, sei hier nachträglich hinzugefügt.

Wenn man mittelst feiner Platinelektroden 2 Punkte eines Muskels vom Hund oder irgend welchem anderen warmblütigen Thiere mit den Polen einer starken constanten Kette, eines starken Inductionsapparates, sei es bei wechselnden oder gleich gerichteten Inductionsschlägen, in Verbindung setzt, so contrahirt sich während der Dauer des Reizes nicht allein der ganze Muskel, sondern es entstehen auch an den den Elektroden entsprechenden Stellen ganz solche locale Erhebungen, wie bei der mechanischen Reizung, welche von längerer Dauer sind und fortbestehen nach Entfernung der Elektroden. Wer um jeden Preis die Schiff'sche Lehre retten will, wird meinen, dass mit den Elektroden ein mechanischer Reiz aufgeführt sei, weshalb ich besonders hervorheben muss, dass dieselben Erscheinungen auch eintreten, wenn die directe Berührung gar nicht stattfindet, sondern wenn nur die Haken der Inductionsschläge auf den Muskel überspringen, wenn ferner die Elektroden nur in lose auf dem Muskel aufliegenden, an feinen Ketten mit einem Ende aufgehängten Stecknadeln bestehen, und dass die local be-

1) M. Schiff. Ueber die Zusammenziehung der animalischen Muskeln. Froriep's Jahresbericht 1851 No. 300. S. 193—96.

schränkte dauernde Contraction auch unter einem Quecksilbertropfen entsteht, dessen Kuppe sich mit der Kette in leitender Berührung befindet. Um bei den Versuchen jeder möglichen Täuschung vorzubeugen, benutzte ich ein Elektrodenpaar von senkrecht herabhängenden Platindrähten, welche ich an einem Stativ allmälig herabführte bis zur leisesten Berührung mit dem Muskel. Die directe Beobachtung zeigte dann leicht, dass bei einiger Vorsicht, da ein starker Druck immer leicht zu vermeiden ist, keine Contractionen entstanden, nicht eher, als bis durch Hinwegräumen einer Nebenschliessung der Strom in den Muskel hereinbrechen konnte. Ich bin überzeugt, dass die eigenthümliche Contraction, welche an den Elektroden entsteht, schon oft gesehen worden wäre, wenn man sich öfter sehr feiner Zuleitungsspitzen bedient hätte, denn die Entstehung derselben ist auch hier an dieselbe Bedingung geknüpft, wie bei der mechanischen Reizung, an die Vollführung eines sehr starken Reizes auf einem kleinen Raume, und an die nothwendig dadurch eintretende Ermüdung des Muskels.

Setzt man z. B. die feinen Drahtelektroden so auf den Muskel auf, dass ihre Verbindungslinie der Muskelfaserung parallel liegt, indem nur einige wenige Primitivbündel direct mit denselben in Berührung kommen, so sieht man schon bei ganz mässigen Stromstärken und an ganz frischen Muskeln Folgendes eintreten. Beim Hereinbrechen des Stromes oder der Inductionsschläge des Schlittenelektromotors contrahiren sich sofort die unmittelbar getroffenen Primitivbündel in ihrer ganzen Länge, während gleichzeitig unter den Elektroden 2 kegelförmige Erhöhungen entstehen, welche nach Wegnahme der Elektroden ganz ebenso wieder verschwinden, wie bei der mechanischen Reizung. Auf dem Diaphragma des Hundes ist dies leicht zu sehen, wenn die Inductionsrollen zur Hälfte auf einander geschoben werden und 1 Grove'sches Element den Apparat in Bewegung setzt. Ganz ebenso tritt die Erscheinung unter denselben Bedingungen ein, wenn die Verbindungslinie die Richtung der Muskelfasern senkrecht schneidet, hier aber mit dem Unter-

schiede, dass nur die beiden Muskelprimitivbündel sich contrahiren, welche direct unter den Drahtenden liegen. Gerade hier ist die Ursache sehr leicht zu enträthseln. Die Dichte der Ströme, welche zwischen den Elektroden liegen, reicht nicht aus um die Muskeln zu erregen, und daher bleiben alle Fasern, welche zwischen ihnen liegen, in Ruhe. An den kleinen Berührungsflächen der Drähte mit dem Muskel hingegen ist die Stromdichte ganz erheblich, da sich dieselbe aber auf ein einziges oder eine ganz geringe Anzahl von Primitivbündeln beschränkt, so zucken nur diese, welche folglich als nur local wirksam gereizte Muskeln zu betrachten sind. Die Reizung pflanzt sich durch ihre ganze Länge fort, sie contrahiren sich ganz, an den Elektroden aber tritt die zweite Bedingung, die Ermüdung durch die grosse Dichte der Ströme ein, und darum erscheint hier eine locale, dauernde, der Ermüdung entsprechende, gesonderte Contraction. Nimmt man als Elektroden zwei kleine runde Metallscheiben, welche eine grosse Berührungsfläche bilden, so bleibt die letztere Contraction aus, wenn die Stromstärke bei spitzen Elektroden gerade hinreichte um die localen Erhebungen hervorzurufen. Die Stromdichte ist hier nicht mehr ausreichend. Vermehrt man die Stromstärke, schiebt man die secundäre Inductionsrolle ganz über die primäre hinüber, so tritt wieder die locale Contraction ein, diesmal entsprechend der runden Form der Elektroden, als ausgebreitete oben abgeflachte Erhebung. Aber auch die durch eine quer über den Muskel gezogene Drucklinie entstehenden Wülste können durch elektrische Reizung hervorgebracht werden. Man braucht nur die Elektrodenspitzen langsam quer über den Muskel hinüberzuschleifen, um zwei sehr deutliche Wülste entstehen zu sehen. Der Verdacht einer mechanischen Reizung kann auch hier leicht controllirt werden durch denselben Versuch mit abgesperrtem Strome. Am leichtesten ist der Versuch so auszuführen, dass man die Enden einer feinen Metallkette, welche als Elektroden angebracht sind, langsam über den Muskel hinüber zieht. Jeder einzelne Punkt, mit dem dieselbe den Muskel fortschreitend berührt, ist für

einen Augenblick Strömen von grosser Dichte ausgesetzt, er ermüdet und in Folge davon prägt sich bei ihm eine locale, dauernde Contraction aus. Viele solche Punkte in einer Linie bilden dann den Wulst.

Soll der Wulst hingegen hervorgerufen werden ohne Verrückung der Elektroden, durch längere quer über den Muskel gelegte Drähte, oder durch die ruhende Metallkette, so müssen die Ströme ganz bedeutend verstärkt werden, dann aber gelingt der Versuch ebenfalls, und die Elektroden kommen so auf eine wulstige Erhöhung zu liegen. Bei allen diesen Versuchen ist nur der Unterschied von der mechanischen Reizung, dass die nicht unmittelbar berührten Muskelstrecken länger tetanisirt bleiben, am deutlichsten prägt sich die Erscheinung darum immer erst nachher aus, wenn die dauernden localen Contractionen gegen den übrigen ruhenden Muskel abstechen.

In den späteren Stadien der Erregbarkeit des Muskels müssen die Ströme selbstverständlich verstärkt werden, damit Reizerscheinungen eintreten, und diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass Schiff die mechanische Reizung länger wirksam bleiben lässt, als die elektrische. Bis der elektrische Reiz einem kräftigen Stoss oder Hieb äquivalent gesetzt werden kann, müssen die Stromescurven sicherlich bis zu einer bedeutenden Dichte heranwachsen, und es ist darum nicht zu verwundern, dass man zuletzt hart vor dem Verluste der Erregbarkeit 3 und 4 Elemente in den Inductionsapparat einschalten muss, wenn man die Erscheinungen in voller Deutlichkeit wahrnehmen will. Dann ist es aber interessant zu sehen, wie von beiden Polen aus, auch bei den gleichgerichteten Schlägen der primären Rolle, zwei Contractionswellen ausgehen, welche ganz langsam unter dem Sarkolemm hinkriechen. Verbindet eine Muskelfaser die beiden Elektrodenspitzen, so marschirt die Welle zwischen den letzteren etwas rascher als von den Berührungspunkten nach den beiden Enden der Faser hin. Die beiden Wellen begegnen sich etwa in der Mitte, bilden dann eine stärkere Erhebung und schreiten wieder zurück, um auf eine neu an-

kommende zu stossen. Meist ist die Contraction aber damit beendet, weil nunmehr die Erhebungen stehen bleiben, worauf man einen runzligen starren Muskel vor sich hat. Schiff behauptet in seiner neueren Polemik gegen Wundt, dass er nie gesagt habe, dass der elektrische Reiz nicht so lange wirksam sei als der mechanische, und beruft sich deswegen auf eine Contraction, welche zu allerletzt, wo keinerlei Reiz mehr auf den Muskel wirken sollte, an der negativen Elektrode entstehe. Wer die Darstellung der Muskellehre in Schiff's Lehrbuch gelesen hat, wird dieselbe gewiss ganz wie Wundt verstanden haben. Wie soll denn der elektrische Reiz nach Schiff noch wirksam sein können, wenn er doch den Muskel nicht erregen kann, und wenn der intramusculäre Nerv ganz abgestorben sein soll. Die Zweideutigkeit wird Schiff in diesem Falle nicht ableugnen können. Was aber schliesslich die Vorgänge an den Elektroden einer constanten Kette betrifft, welche der sonst auf keinen, auch auf den mechanischen Reiz nicht mehr reagirende Muskel zeigen soll, so finde ich dieselben höchst begreiflich. Setzt man die Platinelektroden einer Kette von 6 oder 10 Grove'schen Elementen auf einen derartigen starren Muskel auf, so sieht man, wie das Gewebe durch die Elektrolyse angeätzt wird und wie eine der Elektrodenform entsprechende Veränderung eintritt. Ich glaube wohl, dass dieselbe an dem negativen Pole etwas anders aussieht, als an dem positiven, dass aber das die letzten Zeichen der durch die an dem negativen Pole ausgeschiedenen Alkalien erregten Muskelcontraction sein sollen, wird Schiff Niemandem zumuthen wollen zu glauben, der die Sache selbst gesehen hat. Die Erklärung, welche er dafür giebt, ist jedenfalls falsch, da sie sich auf seine ebenso falsche Annahme stützt, dass nur die Alkalien Muskelreize seien, während ich gezeigt habe, dass auch die Säuren zu den kräftigsten Erregern der contractilen Substanz gehören. Die Bemerkung, dass die in Rede stehende Erscheinung nur von der Elektrolyse, nicht von dem Strome selbst herrühre, wobei Alkali am negativen Pole ausgeschieden werde, hätte Schiff sich sparen können,

denn was weiss er denn davon, ob nicht überhaupt die Elektrolyse bei jeder Erregung des Nerven oder Muskels mitspielt. Wer will diese Vorgänge trennen? Wären Nerv und Muskel keine Elektrolyten, so würden sie wahrlich nicht jene Masse von interessanten Phänomene darbieten können. Die chemische Reizung steckt sicherlich in der elektrischen verborgen.

Bei alledem soll aber nicht geleugnet werden, dass der Muskel beim Absterben nicht mehr auf ganz dieselben Reize zu reagiren vermag, wie im frischen Zustande, und ich selbst kann bestätigen, dass es in den letzten Stadien der Erregbarkeit vorkommen kann, dass nur noch von einem Pole eine Contractionswelle ausgeht, oder dass nur an einem Pole eine recht deutliche locale Erhebung entsteht. Die Beobachtung ist nicht neu, und nicht allein von Schiff, sondern auch von Vulpian mitgetheilt worden, und Alles, was ich derselben hinzufügen kann, besteht darin, dass die Erscheinung nur selten in voller Deutlichkeit zur Wahrnehmung kommt. Sie beweist im günstigsten Falle immer nur, dass die Producte der elektrolytischen Zersetzung der contractilen Substanz nicht alle in jeder Zeit die gleiche erregende Wirkung haben, und es wäre denkbar, dass diejenigen an der negativen Elektrode zu einer Zeit noch wirksam sein können, wo die an der positiven es nicht mehr sind.

Wir erwähnten oben schon, dass die Dauer der Erregbarkeit eines Muskels von so ausserordentlicher Verschiedenheit sei. Es kommt viel darauf an, wie man sich dessen versichert. Hält man mit Schiff die Wirkung der Galle z. B. nur für eine Contraction, so ist auch ein halb zerflossener, fauler und mit Vibrionen bedeckter Muskel noch reizbar, da an solchen durch Galle und die gallensauren Salze immer noch jene auffallenden Gestaltveränderungen, welche ich an einem anderen Orte beschrieben habe, hervorgebracht werden können. Nennt man mit Schiff die Wärmestarre der Muskeln eine Contraction, so geräth man in ganz dieselbe Lage, wie unten ausführlich gezeigt werden soll. Vorzuziehen dürfte es sein, die bei der kräftigen mechani-

schen oder elektrischen Reizung auftretenden localen, wenn auch in Starre übergehenden Contractionen für den Ausdruck der letzten Spur der Erregbarkeit zu nehmen, wobei man sich indessen immerhin vor Täuschungen zu hüten hat, da bei einem ziemlich faulen und weichen Muskel der Schlag mit einem kantigen Instrument wohl eine Vertiefung erzeugt, dennoch aber beim Abreissen des Instruments die klebrige Muskelmasse in die Höhe gezogen werden kann, wodurch immerhin der Anschein eines Wulstes möglich wird.[1])

Bis hierher glauben wir gezeigt zu haben, dass die Idee Schiff's, die Muskelirritabilität und den Mangel des Leitungsvermögens der Muskelsubstanz aus der Unwirksamkeit der elektrischen Reizung zu beweisen, als total verfehlt angesehen werden muss, da erstens die Meinung von der Unwirksamkeit des elektrischen Reizes ganz falsch ist, und da zweitens gerade die idiomusculäre Contraction Schiff's auch durch dieses Mittel erzeugt werden kann. Die eigenen Waffen fallen also auf ihn zurück, und die localen Contractionen haben sich hier wiederum als Folgen der Ueberreizung oder der Ermüdung gezeigt, aus welchem Grunde man sich auch vergeblich bemühen wird, an den frischen Muskeln kaltblütiger Thiere, die nicht so leicht zu erschöpfen sind, etwas Aehnliches hervorzubringen.

Da Schiff seine Lehre für vollkommen gesichert hält, so steht er auch nicht an, auf Grund derselben für andere Dinge Schlüsse zu ziehen. Weil ein mit Curara vergifteter Muskel z. B. nicht nur idiomusculäre Contractionen oder locale Erhebungen zeigt, sondern auch über die Reizstelle hinaus zuckt, deshalb afficirt nach Schiff dieses Gift die letzten Nervenenden nicht. Weil bei gewissen anderen Giften der Muskel keine ausgebreiteten Zuckungen mehr zeigt, wir-

1) Nur so würde sich vielleicht die Angabe von Funke erklären lassen, der die idiomusculären Wülste an den Muskeln eines Hingerichteten noch 24 Stunden nach der Execution erzeugt haben will. Gleichwohl wäre es denkbar, dass in diesem Falle die Muskeln bei einer sehr niederen Temperatur so lange vor der Starre geschützt worden seien, worüber indessen nichts Näheres angegeben ist.

ken diese auf die intramusculären Nerven und nicht auf die Muskeln. Sehen wir, wie weit die letzteren Thatsachen seiner Lehre hülfreich sein können.

Cl. Bernard war der Erste, welcher in dem Schwefelcyankalium eine Substanz kennen lehrte, welche die Reihe der Gifte zu vervollständigen schien, indem dasselbe durch seine ganz besondere Wirkung auf den Muskel, auf die contractile Substanz selbst auffallen musste. Seitdem sind durch die Arbeiten Kölliker's und Pelikan's noch andere Gifte bekannt geworden, welche eine ganz ähnliche Wirkungsweise zu haben scheinen, nämlich das Veratrin und das Upas antiar, so dass wir jetzt eine Reihe von Körpern besitzen, welche denselben specifischen Einfluss auf die contractile Substanz theilen, und welche von dem höchsten Interesse für die Kenntniss des Vorganges bei der Muskelcontraction sind.

Keines dieser Gifte empfiehlt sich so sehr zu genaueren Versuchen, wie das Rhodankalium. Es ist leicht löslich und kann durch seine auffallende Reaction mit Eisensalzen so leicht erkannt werden, dass es überall wieder zu finden ist. Zunächst lag es nahe, die örtliche Einwirkung desselben auf den Nerven oder auf den Muskel zu studiren, und dabei zeigte sich sehr bald, dass von einer hervorstechenden Wirkung auf die Nerven nicht die Rede sein kann, wie man nach Schiff's Angaben hätte glauben sollen. Taucht man den Ischiadicus eines präparirten Froschschenkels in concentrirte Lösungen des Salzes ein, so zuckt der Schenkel allerdings und der Nerv verliert an der eingetauchten Stelle mit der Zeit seine Erregbarkeit. Viel auffallender ist aber die Einwirkung der Lösung auf den Muskel. Ein isolirter Sartorius zuckt sofort heftig, wenn sein Querschnitt damit in Berührung kommt, und beim Benetzen des ganzen Muskels zieht sich dieser augenblicklich sehr stark zusammen, wird weiss, undurchsichtig und hart, und hat nun für immer seine Erregbarkeit eingebüsst. Versuche mit titrirten Lösungen des Salzes haben mir ferner gezeigt, dass der Nerv mit Sicherheit nur noch durch eine Lösung von 2% erregt wer-

den kann, und dass die äusserste Grenze, bei welcher vom Nerven aus noch Zuckungen entstehen, einem Gehalte von 1 % entspricht. Verdünntere Lösungen wirken nicht mehr, obgleich der Nerv, aber nach längerer Zeit, darin abstirbt. Alle Lösungen des Salzes bis zu der letzteren Verdünnung hinab erregen aber den Muskel von seinem Querschnitte aus zu den heftigsten Zuckungen, für diesen besteht die äusserste Grenze in der Verdünnung bis auf 0,4 und 0,3 %, welche letztere Lösungen aber immer noch sehr rasch die Starre herbeiführen, wenn sie in grösserer Ausdehnung den Muskel umspülen. Durch den Eintritt dieser Starre ist die Erregbarkeit fast augenblicklich vernichtet, und man kann nicht besser die specifische örtliche Wirkung des Rhodankaliums beobachten, als wenn man zur Controle nach Kölliker's Vorschlag einen anderen Muskel in eine ebenso verdünnte Kochsalzlösung legt. Der letztere bleibt noch stundenlang erregbar, während der erstere schon nach 2 bis 3 Minuten nicht mehr auf die heftigsten Inductionsschläge reagirt.

Ein anderer Versuch ist geeignet, um die starke Wirkung des Rhodankaliums auf den Muskel und die geringe Wirkung auf den intramusculären Nerven zu zeigen. Ich hänge einen Sartorius vom Frosch, dessen Nerv mit dem ganzen Muskel isolirt ist, an seinem oberen, kurzen, sehnigen Ursprunge auf, und benetze den bis an die Nerveneintrittsstelle mit seinem unteren Ende auf einer Glasplatte ruhenden Muskel mit einer verdünnten Lösung des Salzes. Zu Anfang zuckt der Muskel, später aber wird er starr, und auch an den Stellen, wohin das Gift nur durch Imbibition langsam emporklettern konnte. Man erreicht so leicht einen Moment, wo nur noch ein kurzes erregbares Muskelstück übrig bleibt, zu welchem der intramusculäre Nerv nur durch ein längeres, schon starres Stück hingelangen kann. Nichts desto weniger zuckt aber dieser Theil des Muskels noch, wenn man den herauspräparirten Sartoriusnerven auf irgend welche Art reizt, der ganze intramusculäre Nerv, welcher in dem abgestorbenen Muskel lag, musste also noch erregbar sein, da er den Reiz fortleitete. Erreicht die Starre aber schliesslich

auch das Endstück des Muskels, bis dahin, wo die Nerven ihr letztes Ziel erreicht haben, so bewirkt die Nervenreizung keine Contractionen mehr, da eben der Muskel dort, wo der Nerv den Reiz übertragen sollte, nicht im Stande ist zu zucken. Das letzte nervenlose Endstück, das noch nicht mit dem Gift durchtränkt ist, zuckt dann aber bei directer Reizung noch recht gut.

Bei der Vergiftung eines lebendigen Thieres treten ganz analoge Umstände ein. Wie Setchenow gezeigt hat, ist es namentlich in Hinsicht des Einflusses auf die Herzbewegung nicht ganz gleichgültig, ob man dem lebenden Frosch das Gift in den Magen bringt, oder unter die Lymphräume der Haut. Auch für die Muskeln giebt es derartige Unterschiede, indem das Gift von der Hautwunde aus, wie es scheint, leichter resorbirt wird, theils aber auch unter der Rückenhaut weiter herabsinkt, und ohne Vermittlung der Blutcirculation direct in die Lymphräume der Schenkel gelangt. Im Grunde ist aber der Erfolg der Vergiftung immer derselbe. Die Muskeln verlieren sehr rasch ihre Erregbarkeit und werden schon zu einer Zeit theilweise starr, während die Nerven noch erregbar sind. Was Pelikan gezeigt hat, dass das Rhodankalium tetanische Convulsionen vom Rückenmark aus erzeugt, und dass es nach einiger Zeit auch die motorischen Nerven vom Cerebrospinalcentrum nach der Peripherie fortschreitend lähmt, kann ich bestätigen. Man findet häufig ein Stadium, wo alle Oberschenkel-Muskeln schon starr sind, während der Gastroknemius seine Erregbarkeit noch nicht verloren hat. In diesem Falle bewirkt in der Regel die heftigste Reizung des Plexus ischiadicus keine Contractionen mehr, während der Schenkelnerv weiter unten, da wo er mitten in starren Muskelmassen eingebettet liegt, noch erregbar ist, und selbst bei mässiger Reizung die Wade zum Tetanus bringt. Es ist dabei gleich, ob der Frosch von einer Hautwunde oder vom Magen aus vergiftet wurde.

Beobachtet man die vergifteten Muskeln etwas näher, so findet man, dass sie alle ihr Aussehen so verändert ha-

ben, wie wenn man sie in die Lösung direct eingetaucht hätte. Ich habe sogar häufig den Fall eintreten sehen, welcher ganz analog dem vorhin erwähnten Experimente mit der partiellen Eintauchung ist, dass der Sartorius nur an einem Ende noch reizbar war und zwar so, dass dieses Stück beim Durchschneiden seines Nerven zuckte. Wie die gemeine Todtenstarre schreitet auch die durch das Schwefelcyankalium entstehende Starre von oben nach unten fort. Die Sache ist hier in Folge davon umgekehrt, der Sartorius stirbt zuerst an seinem oberen breiten Ende ab, während das untere spitze Stück noch erregbar bleiben kann, und so kann es auch hier kommen, dass der intramusculäre Nerv erst durch einen theilweise starren Muskel hindurchläuft, und dennoch den Reiz an ein gesundes Stück liefern kann. Bei diesem Sachverhalte und bei dem nachweisbaren späteren Absterben der Nervenstämme, von oben nach unten zu, ist also gar kein Grund vorhanden anzunehmen, dass dieses Gift specifisch auf die intramusculären Nerven wirke. Dass dasselbe hingegen gerade auf die contractile Substanz selbst wirkt, ist unzweifelhaft und es ist unerklärlich, wie Schiff dies hat verkennen und sogar leugnen können. Zur Zeit, wo der Muskel sich dicht vor der Starre befindet, zeigt er in seiner Contraction die Erscheinungen eines äusserst ermüdeten oder misshandelten Muskels, so wie die Sartorii gesunder Frösche z. B. bei jeder Art der Reizung, der elektrischen oder chemischen, sehr schöne, nicht über ihre ganze Länge verlaufende Contractionen darbieten, wenn sie lange dem Blutkreislauf entzogen und der Starre oder dem Verluste der Erregbarkeit nahe sind. Genau dasselbe sieht man bei der Rhodankaliumvergiftung auch, nur geschieht hier in wenigen Stunden, was sonst in Tagen und Wochen vor sich gehen kann; kurz vor dem Eintritt der Starre contrahiren sich die Muskeln nicht mehr in ihrer ganzen Länge, obgleich alle einzelnen Stellen noch reizbar sein können. Schiff ist aber sehr im Irrthum, wenn er behauptet, dass solche Muskeln sich nun nicht mehr auf den elektrischen Reiz contrahirten, sondern nur noch auf den chemischen oder mecha-

mischen. Ich habe nie einen vergifteten Sartorius gesehen, der, wenn er sich durch die mechanische Reizung oder durch Benetzen mit Kali contrahirte, bei irgend einer Art der elektrischen Erregung in Ruhe blieb. Auch bei gleichgerichteten Strömen ging von jeder Elektrode ein Contractionswulst aus, und umgekehrt konnte ich an Muskeln, welche auf den elektrischen Reiz nicht reagirten, keine Spur von Verkürzung mehr wahrnehmen, wenn ich sie in Kali oder irgend ein anderes chemisches Reizmittel tauchte, trotz der gewissenhaftesten Beobachtung der frei aufgehängten, vorher und nachher nach Millimetern gemessenen Muskeln. Wie bei allen ermüdeten und misshandelten Muskeln hält aber die einmal eingetretene Contraction längere Zeit an, und geht zuletzt direct in Starre über, wobei die alkalische Muskelreaction plötzlich in die saure übergeht.

Wie die Folgen der Vergiftung soeben von den Kaltblütern geschildert sind, eben so gehen dieselben auch bei warmblütigen Thieren vor sich. Es ist immer genau so, wie bei einem auf gewaltsamem Wege getödteten Thiere, mit dem Unterschiede, dass der Verlust der Erregbarkeit und die Starre rascher eintreten. Auch bei dem Hunde, dem Kaninchen und bei Katzen habe ich nie den Zeitpunkt sehen können, wo nach Schiff die elektrische Reizung ihre Wirkung ganz verlieren soll, während mechanische und chemische Beleidigungen deutliche Contractionen zu Folge haben. Das einzige Besondere, das ich in der Rhodankaliumvergiftung sehen kann, besteht in dem raschen Eintritt der Starre und der ausserordentlichen Beschleunigung, welche dieselbe noch erfährt, wenn der Muskel gereizt wird, namentlich wenn man ihn irgendwo durchschneidet. Isolirte Sartorii von demselben Frosche zeigten diesen Unterschied sehr auffallend, wenn der eine ruhig liegen blieb und an dem anderen ein Querschnitt angelegt wurde. Der letztere verlor dann bisweilen schon nach einer halben Minute seine Erregbarkeit, während der andere nach 10' und 15 Minuten den Reiz noch mit Zuckungen beantwortete. Genug, das Rhodankalium wirkt gerade auf die contractile Substanz selbst und begünstigt deshalb das, was

Schiff idiomusculäre Contraction nennt, nämlich die Art der Muskelcontraction, welche der Ermüdung eigen ist.

Von dem Upas antiar und dem Veratrin, das Schiff in seinem Sinne für ebenso wirkend hält, wie das Schwefelcyankalium, kann ich dasselbe aussagen. Beide wirken, wie auch Kölliker und Pelikan richtig angeben, auf die contractile Substanz. Das Upas antiar, dessen ich mich bediente, musste unzweifelhaft dasselbe Gift sein, welches die genannten Forscher benutzten. In der Wirkungsweise dieser an sehr schlanken, dünnen Pfeilen heftenden Substanz, die ich der Güte des Herrn Claude Bernard verdanke, welchem ein gefüllter Köcher durch Herrn Boussingault vom Orinoco mitgebracht wurde, fand ich gar keinen Unterschied. Die Muskeln wurden rasch unerregbar, sauer und starr.

Damit wäre nun auch die letzte Stütze gefallen, durch welche Schiff seine Ansichten zu halten gedachte. Sollte er beweisen können, dass die angeführten Muskelgifte vorher die letzten intramusculären Nervenspitzen auch lähmen, so würde für ihn nichts gewonnen sein, da auch so weit veränderte Muskeln, wenn auch beschränkte, so doch nicht ganz absolut locale Contractionen erkennen lassen. Bei weit vorgeschrittener Veränderung der contractilen Substanz ist es begreiflich, dass auch der ganz gesunde Nerv nicht mehr auf sie zu wirken vermag, obwohl sehr heftige directe Reizungen auch Bewegungen hervorrufen können, denn der stärkste Reiz, den der erregte Nerv dem Muskel zuleitet, wird kaum je dem künstlichen mechanischen Reiz, oder den elektrischen Strömen von ausserordentlicher Dichte an Mächtigkeit gleichkommen. Schiff wird selbst die Beobachtung gemacht haben, dass das Fortschreiten der Contraction von der Reizstelle bei directer Muskelreizung noch stattfindet, wenn er mittelst des Nervenstammes ausserhalb des Muskels keine Contractionen mehr bewirken konnte, und da die fortgepflanzte Contraction bei der directen localen Erregung für ihn neuromusculär ist, so wird er nicht schliessen dürfen, dass das Rhodankalium oder das Upas antiar und das Veratrin specifisch auf die Nervenenden wirken,

wenn es einmal nicht gelingen sollte, die stark vergifteten Muskeln von ihrem Nerven aus zum Zucken zu bringen, denn nach seinen eigenen Angaben kann dies nichts beweisen.

Die Lehre von der Muskelbewegung dürfte nach dem Gesagten also kaum in das Schiff'sche Modell hinein zu zwängen sein. Viel eher wäre es denkbar, dass die von Ludwig beschriebenen localen, andauernden Contractionen an den platten Muskeln der Därme und des Magens eine passende Stütze für die Muskelirritabilität liefern könnten, wenngleich der Entdecker dieser Thatsache zu vorsichtig war, dies selbst durchzuführen. Offenbar liegt die Idee Ludwig's den Anschauungen Schiff's zu Grunde, der Letztere hätte aber nur daran denken sollen, dass bei den glatten Muskeln kein continuirlicher Zusammenhang der contractilen Substanz existirt, und dass dort sehr wohl die Nerven als einzige Vermittler der Fortpflanzung für die Contraction angesehen werden können. Was schliesslich noch die Beobachtungen Schiff's betrifft über die Contractilität der Herz- und Darmmuskeln während jener Zeiträume, in welchen nach ihm die Nerven nicht erregbar sein sollen, so verweise ich nur auf den letzten Experimentalbeitrag Pflüger's zur Physiologie der Hemmungsnerven, wo gezeigt ist, wie auch auf diesem Felde Schiff wieder nicht das Richtige getroffen und das Unrichtige gesehen hat. Da ich die Pflüger'schen Versuche aus eigener Anschauung durchweg bestätigen kann, so weiss ich auch nicht einen einzigen Anker mehr, an welchem sich die Lehre halten könnte, welche der von mir versuchten Darstellung der Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit der contractilen Substanz zu widersprechen strebt.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Zwei Muskelprimitivbündel vom Frosch, frisch, ohne Deckgläschen gesehen. — n. Der Nerv. t. t. t. Theilungsstellen des Nerven. e. Endigung des Nerven am Sarkolemm. z. z. zweifelhafte peripherische Endigungen des Nerven. b. blasse Fasern des Bindegewebes. k. Körnchenreihen (Kölliker).

Fig. 2. Ein Muskelprimitivbündel von *Hydrophilus piceus*, frisch und noch erregbar. a. a. breite Querstreifen in a' Andeutungen der einzelnen Disdiaklasten. b. Eine Contractionswelle, welche in der Richtung des Pfeiles über den Muskel hinläuft. c. Schwache Längsstreifen, welche in jedem noch zuckenden Muskel sichtbar sind. d. Todtenstarre Stelle. Querstreifen sehr dicht und die Zwischensubstanz dunkel und trübe.

Fig. 3. Stück eines Muskels von *Hydrophilus piceus*, frisch und ohne Druck gesehen. a. a. Vacuolen, welche zum Theil oberflächlich zwischen der contractilen Substanz und dem Sarkolemm liegen, wie in a' oder tief wie in a nach der Axe zu.

Fig. 4. Muskelprimitivbündel vom Frosch, frisch und noch zuckend gesehen. a. b. zwei dünne Bündel, mit schwachen Längs- u. Querstreifen. k. k. Körnchenreihen (Kölliker). t. t. t. Todtenstarre Stellen, welche sich scharf von der übrigen Masse abgrenzen, in S. eine Verletzung, gleichfalls mit einer todtenstarren Stelle. c. Dickeres Primitivbündel. t. Todtenstarre Stelle, in d. ist die Muskelsubstanz durch Wasser wieder erweicht und aus einander gequollen.

Fig. 5. Stück aus dem Schenkelnerven von *Hydrophilus piceus*. a. Gerinnungsformen des Markes. b. Scheide mit Kernen. c. c. c. c. Einzelne Primitivfasern. d. d. d. d. Aus Theilungen hervorgegangene secundäre Nervenfasern. t. t. Tracheen.

Fig. 6. Stück eines Muskelprimitivbündels von *Hydrophilus*. a. Lappiger Anhang, Rest eines eintretenden Nerven. k. k. Körnerreihen dicht unter dem Sarkolemm. m. eine Körnerreihe in der Axe des Muskelrohrs. B. Muskel mit eintretendem Nerven n. t. t. zwei secundäre Nervenröhren. l. Ansatzstelle des Nerven am Muskel. k. k. Körnerreihen.

C. D. zwei andere Primitivbündel mit eintretenden Nerven n. n. a. a. Kerne an der Eintrittsstelle, an dem Uebergang des Neurilemms in das Sarkolemm. k. k. Körnerreihen. b. Anastomose zwischen den Körnerreihen. g. Granulöse Substanz an der Eintrittsstelle des Axencylinders. r. Aus dem Primitivbündel hervortretende Körnerreihe.

Fig. 7. Muskelstück von *Hydrophilus* mit antretendem Nerven n.

Der Muskel ist todtenstarr und darum undurchsichtig und trübe. k.k. die veränderten und stark gepressten Körnerreihen.

Fig. 8. Muskel von *Hydrophilus* ganz kurze Zeit mit HCl von 0,1 % behandelt. a. d. Sarkolemm. b. die ungemein durchsichtige contractile Substanz mit einer schwachen Andeutung der Querstreifen. c. die etwas veränderten Körnerreihen.

Fig. 9. Muskeln aus der Froschzunge. Eine Stammfaser mit Theilungen. a. Die scheibenförmig über einander geschichteten Körner in der Axe. b. b. Eben solche Körner in den Verzweigungen.

Fig. 10. Muskel von *Hydrophilus*. n. Eine Nervenprimitivfaser mit zwei secundären Nerven t. t. k. k. Die Körnerreihen in der contractilen Substanz. S. S. Todtenstarre zerklüftete Stelle des Muskels. l. l. Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel. z. wahrscheinlicher Zusammenhang des Axencylinders mit der centralen Körnerreihe. d. d. Durch die Todtenstarre verdrückte Körner.

Ueber den Verlauf der Gallengänge

Von

JULIUS BUDGE,
Professor in Greifswald.

(Hierzu 8 Abbildungen.)

Vor wenigen Jahren ist eine sehr genaue Untersuchung über den Verlauf der Gallengänge in der Leber von Herrn Beale[1]) erschienen, welche sich des allgemeinen Beifalls erfreute und es hatte den Anschein, als ob dieser vielfach untersuchte Gegenstand nun zum Abschlusse gekommen sei. — Das wichtigste Resultat dieser Arbeit besteht darin, dass die Gallengänge, welche bis zu einem gewissen Grade sich verengert hätten, dann wieder weiter würden, und die Leberzellen in sich aufnähmen, wie dies z. B. aus der 28. Figur

1) On the ultimate arrangement of the biliary ducts and on some other points in the anatomy of the liver of vertebrate animals. By Dr. L. S. Beale in Philos. Transact. 1856. Vol. 146. p. 375.

der 15. Tafel hervorgeht, welche in meiner 1. Figur treu wiedergegeben ist. Sie stellt in 215facher Vergrösserung das zellenhaltende Netzwerk einer Fettleber vom Schweine dar. Der kleine Gallengang a giebt engere Zweige b ab, welche nur $^1/_{2000}$" Durchmesser haben. Diese erweitern sich zu 4 bis 5 Mal weiteren Röhren c des Leberzellennetzes (cell-containing network). Hiernach wären also die Leberzellen in ähnlicher Weise in die Gallengänge eingebettet, wie die Zellen sich auf der Innenwand der Membrana propria der Harn- und Samencanälchen finden. Die Gallengänge würden sich aber, abgesehen von ihrem Verlaufe, dadurch von den anderen Canälen genannter Art unterscheiden, dass sie nicht an allen Stellen Zellen trügen, sondern nur in ihrer letzten Ausbreitung.

Diese Annahme nähert sich am meisten derjenigen, welche von Herrn Baker (Schröder van der Kolk) herrührt und die sich dann wieder der Krukenberg-Theile'schen anschliesst.

Ich habe die Beobachtungen des Herrn Beale mit grosser Sorgfalt wiederholt und bin zu Resultaten gelangt, welche mit denen des englischen Forschers nicht völlig übereinstimmen, welche ich aber um so mehr der Veröffentlichung werth halte, als ich bei meinen zahlreichen Untersuchungen Präparate gewann, welche mit denen von Herrn Beale dargestellten vollends übereinstimmten. Hierdurch ist mir die Differenz dieser Ansichten vollkommen klar geworden.

Dass derartige Beobachtungen nur an gut gelungenen feinen Injectionen gemacht werden können, versteht sich von selbst. Unter den verschiedenen, welche ich versucht habe, that mir keine bessere Dienste, als die gelbe, welche genau nach der Vorschrift bereitet und angewandt wurde, welche in dem Werke von Herrn Harting angegeben ist.[1] Wenigstens habe ich von Lebern, welche mit dieser Masse eingespritzt waren, befriedigendere Präparate bekommen, als wenn

1) P. Harting, das Mikroskop, übers. v. Theile, Braunschw. 1859, S. 412.

ich die blaue oder rothe gebrauchte, welche übrigens bekanntlich auch ganz vortrefflich sind. Ich will die Vorschrift der Bereitung der gelben und blauen Masse aus dem Harting'schen Werke hier wiedergeben. Um die gelbe zu bereiten, hat man in 2 Flaschen folgende 2 Mischungen vorräthig: 1) 4 ℥ $1\frac{1}{2}$ ʒ essigsaures Blei in soviel Wasser gelöst, dass das Ganze einem Volumen von 16 ℥ Wasser entspricht; 2) 2 ℥ 1 ʒ und 28 Gr. chromsaures Kali in soviel Wasser gelöst, dass das Ganze ein Volumen von 42 ℥ Wasser erreicht. — Man löse nun vollkommen reinen, durchsichtigen Leim zuerst 1 auf 4 Theile Wasser allmälig, nicht bei Kochhitze, auf, und setze noch eine gleich grosse Menge warmes Wasser zu. In einer Maassflasche werden nun auf 1 Volumen der Lösung 1) (von essigsaurem Blei) 2 Volumina der Lösung 2) (von chromsaurem Kali) gemessen, beide recht stark mit einem Glasstabe unter einander gerührt und dann rasch in ein Gefäss, in welches 2 Volumina der Leimlösung abgemessen worden sind, gegossen und umgerührt. Damit dasselbe nicht erkalte, lasse ich es in einem warmes Wasser enthaltenden Becken über Feuer stehen, um es von hier aus in die Spritze aufzunehmen und in die bereits eingebundenen Canüle einzuspritzen. — Auch die Leber liegt in warmem Wasser. Dass der Druck mit der Spritze nicht zu gering und nicht zu stark werde, muss man durch Uebung lernen.

Die blaue Masse besteht aus: 1) $3\frac{1}{8}$ ℥ schwefelsaurem Eisenoxydul, gelöst in 20—25 ℥ Wasser, bei mässiger Wärme unter Zusatz von $4\frac{3}{4}$ ʒ Schwefelsäure von 1,85 sp. G. und unter Zufügung der erforderlichen Menge von Salpetersäure in das Oxydsalz umgewandelt, dann aber setzt man noch so viel Wasser hinzu, dass das Ganze das Volumen von 40 ℥ Wasser erreicht, aus 2) 3 ℥ $6\frac{3}{4}$ ʒ Ferrocyankalium in Wasser gelöst, bis das Ganze ein Volumen von 80 ℥ Wasser erreicht. Die Art der Vermischung ist analog der gelben. Vorherige sorgfältige Unterbindung der Gallenblase verhindert, dass sich dieselbe nicht bis zur grössten Spannung füllt.

Hauptsächlich habe ich Lebern vom Kalbe, Hammel, Kaninchen benutzt. Obwohl ich sehr schön gelungene Injectionen

von Kaninchenlebern erhielt, so sah ich doch die Masse nicht bis in die feinsten Gänge gelangen, wie das bei den anderen der Fall war. Mit Recht bemerkt Herr Gerlach (Gewebelehre S. 334), dass in den Gallengängen von Schaafen sehr häufig Distomen vorkommen, welche die Injection vollständig hindern. Wo diese jedoch nicht vorkommen, eignen sich Hammellebern ebenso wie die von Kälbern sehr gut. Herr Beale empfiehlt vor der Injection der Gallengänge zuvor Wasser in die Pfortader einzuspritzen und dann die Leber einem mässigen Drucke auszusetzen, um die in den Gallengängen befindliche Galle zu entleeren. Bei Wiederholung dieses Verfahrens habe ich gleichfalls gesehen, dass die Galle entleert wird, hingegen sind mir bei der nachherigen Injection der Gallengänge leichter Extravasate vorgekommen und ich habe diese Methode wieder verlassen. Hingegen habe ich es sehr zweckmässig gefunden, zuerst die Vena portarum einzuspritzen, wozu ich mich gewöhnlich der blauen Masse bediente. Sie ist so fein, dass sie sehr häufig auch das Lebervenensystem mit füllt. Bei der dann folgenden Injection durch den Ductus choledochus kommen Extravasate aus den Gallengefässen nicht so leicht vor, als wenn die Blutgefässe vorher nicht injicirt waren, während ich sonst bei etwas verstärktem Drucke mehrmals auch einen Uebergang in die Venen beobachtete. Herr Beale (S. 382 und 383) giebt dagegen an, dass die Membranen, welche das Leberzellennetzwerk umhüllen, bei nicht fötalen Lebern grössentheils mit den Capillargefässen des Blutes verwachsen (incorporated) seien, dass dieselben zwar das Wasser nach beiden Richtungen durchliessen, d. h. von den Gallengängen nach den Gefässen und umgekehrt, dass jedoch keine Ruptur stattgefunden hätte, wie eine nachherige Injection ergab. Obgleich ich diese Sicherheit der Injection, wie gesagt, nicht anerkennen kann, so beweist doch diese Angabe Beale's, dass Extravasate in den Venen bei gehöriger Vorsicht leicht zu vermeiden sind. Man darf mit blossem Auge die Gallengefässe nur am Rande der sog. Leberläppchen sehen, erscheint die gelbe Färbung im Inneren, so kann man

auf Extravasat rechnen. In Fig. 2 ist ein getreues Bild einer Kaninchenleber, bei welcher bloss die Gallengänge injicirt waren.

Die zu mikroskopischen Untersuchungen gebrauchten Schnitte kann man aus frischen und aus erhärteten Lebern gewinnen. Obwohl die letzteren, sie mögen mit Alkohol und dann mit Natron oder Chromsäure behandelt sein, feiner werden können, so habe ich doch erstere besser gefunden, wenn sie eben dünn genug ausgefallen sind, was mitunter sehr gut gelingt. Solche Schnitte habe ich mit verschiedenen Mitteln behandelt und natürlich auch ohne Weiteres geprüft. Sehr gute Hülfe leistet die concentrirte Schwefelsäure. Wenn man zuerst einen recht feinen Schnitt untersucht hat, bringt man einen oder zwei Tropfen concentrirte Schwefelsäure auf denselben, nachdem man das Deckgläschen abgehoben und die Feuchtigkeit abgewischt hat. Hierdurch verschwinden die Leberzellen fast ganz, ihre Umgrenzungen sind eben angedeutet und es bleiben nur ihre Kerne übrig. Hingegen erkennt man den gelben und blauen Farbestoff vollkommen gut, und man kann leichter die Verbreitung der frischen Zellencanäle verfolgen.

Man hat nebenbei, indem man nicht injicirte Lebern untersucht, Gelegenheit, auch das Verhältniss der Kerne kennen zu lernen. Ich finde alle die Angaben des Herrn Beale hierüber vollkommen bestätigt. Er sagt, dass bei Embryonen die Zellen sehr gewöhnlich 2, selbst mehr, bis 6 Kerne, bei erwachsenen Thieren meist nur 1 Kern enthalten. Indess ist doch eine sehr grosse Menge von Zellen bei erwachsenen Menschen und ausgewachsenen Kaninchen mit 2 Kernen versehen, so dass ich z. B. in einem vorliegenden Präparate von der Leber eines erwachsenen Mannes auf 6—8 Zellen mit 1 Kerne, eine Zelle mit 2 Kernen schätze. Es mögen indess einzelne Leberstellen abweichend sein. Ich glaube gewiss, dass man bei dieser Behandlungsweise die Fortpflanzung der Kerne und danach auch die der Zellen studiren könnte. Obwohl ich auf den Gegenstand keine besondere Aufmerksamkeit verwendet habe, so bemerkte ich

dennoch nicht nur beträchtliche Grössenunterschiede, sondern auch die mannichfachen Uebergangsformen, dicht aneinandergelagerte Kerne u. s. w., und dies sowohl an frischen, nicht mit Säure behandelten, als an gesäuerten Präparaten.

Was nun zunächst die Anordnung der Leberzellen betrifft, so ist einmal längst bekannt, dass in abgeschabten Stücken mehre neben einander liegen und Reihen bilden. Diese Reihen können einfach sein, oder es kann sich an die eine Reihe eine zweite lagern, so dass das Ansehn einer Verästelung hervortritt. Aus diesem Grunde spricht man von Leberzellennetzen. Für meine Anschauung kann ich eigentlich eine netzförmige Anordnung nicht finden. Wenn man ein ganzes Leberinselchen unter dem Mikroskop betrachtet, es mögen die Gefässe injicirt sein oder nicht, so erhält man den Eindruck, dass die Leberzellen in Reihen geordnet sind, die mehr oder weniger strahlenförmig vom Centrum nach der Peripherie verlaufen. Bei genauerer Betrachtung überzeugt man sich bald, dass die Reihen nicht sich in gerader Linie von der Peripherie nach dem Centrum begeben, sondern die Reihen sind kürzer und länger, jene legen sich an diese an, scheinen Biegungen zu machen. — Es will mich bedünken, dass die Anordnung der Leberzellen wesentlich durch die Verbreitung der Capillargefässe in jedem Leberläppchen bedingt ist. Die aus den Pfortaderzweigen (s. Fig. III d.), welche die Leberläppchen umgrenzen, hervorgehenden Capillaren laufen nach einem mehr oder weniger central gelegenen Aste der Venae hepaticae, der sog. Vena intralobularis s. centralis (s. Fig. III. a.), und es findet daher ein ziemlich radialer Gefässverlauf statt, wie auch aus Fig. III. zu ersehen. Die Leberzellen müssen an ihrer Wandung mit einer klebrigen Masse versehen sein, und erfüllen in grösseren oder kleineren Reihen die ihnen frei gelassenen Räume. Die Leberzellen liegen neben, über und unter den Gefässen.

In wie weit die Leberzellen mit den Galle führenden Gefässen in Verbindung stehen, ist eine sehr oft besprochene Untersuchung gewesen. Bis zu einem gewissen Punkte

stimmen alle Forscher überein, und man kann sich durch Injectionen sehr leicht davon überzeugen. Der Rand der sog. Leberläppchen wird ebenso wie von den Blutgefässen so auch von den Gallengängen umgeben. Die grösseren Stämme liegen neben den Pfortader- und Arterienästen, doch findet man auch mitunter, dass sie sich kreuzen. Im Allgemeinen vertheilen sie sich dichotomisch, und an den Winkeln, welche die Leberläppchen bilden, wie dies aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, ist die Vertheilung eine dichotomische. Die Leberläppchen sind mehr oder weniger winklig, bald 6-, bald 5-, mitunter nur 4eckig. Diese Form wird durch die Theilung der Blut- und Gallengefässe gebildet. An diesen Ecken findet nämlich eine Theilung statt, indem ein grösserer Stamm in 2 kleinere sich spaltet. Die kleineren anastomosiren mit anderen derselben Ordnung, welche von einem anderen Gefässe herkommen. — Alles dies wird anschaulich durch die 2. und 3. Figur. Es sind also die Ränder der Läppchen durch die Blut- und Gallengefässe gebildet. Von letzteren ist fortan allein die Rede. Die Randgefässe begrenzen natürlich 2 Läppchen. Von ihnen gehen nun Zweige nach beiden Läppchen ab, welche man noch mit blossen Augen eine kleine Strecke weit in die Läppchen verfolgen kann, wie man aus Figur 2 erkennt, welche von einer Kaninchenleber bei doppelter Vergrösserung herrührt. Verfolgt man nun weiter mit immer stärker werdender Vergrösserung diese Nebenzweige der Randgefässe, so nimmt die Vertheilung immer zu, jedoch in der Art, dass die Aestchen plötzlich enger werden. Daher kommt es, dass nur bei sehr gut gelungener Injection die Färbung über diese Stelle hinaus rückt; — und wenn dies nicht der Fall ist, so scheinen sie plötzlich wie abgeschnitten aufzuhören. Bis zu dieser Vertheilung hat Herr Gerlach das Verhalten so genau geschildert (s. dessen Gewebelehre S. 332), dass ich nichts hinzuzuthun weiss. Er sagt: „die Ductus interlobulares haben einen Durchmesser von 0,008 bis 0,012''' und bestehen aus einer einfachen structurlosen Membran, auf welcher man einzelne längsovale Kerne findet, jedoch nicht in der Anzahl

als dieses bei den Capillargefässen der Fall ist" und ferner: „die Ductus interlobulares geben zahlreiche nur 0,002 bis 0,004''' (die Dimensionen finde ich durchweg grösser) breite Aestchen ab, welche nur aus einer äusserst dünnen homogenen Membran bestehen und meist rechtwinklig zu den Leberläppchen treten. Kaum von dem Stammgefäss abgegangen, treten diese Aestchen mit einander in Verbindung und es entsteht dadurch ein Netz, dessen freie Säume von eckiger Gestalt und 0,038 bis 0,04''' gross sind. Was das Verhalten der dasselbe constituirenden Gallengänge innerhalb der Leberläppchen betrifft, so fand ich dieselben immer zwischen den Leberzellen liegend, konnte sie jedoch nur eine kurze Strecke in die Leberläppchen hinein verfolgen." Er giebt sodann an, dass diese Gallengänge entweder plötzlich, wie abgeschnitten aufhörten oder plötzlich weiter, in ihren Contouren unregelmässig wurden und ein Netz bildeten, welches sich bis zur Mitte des Läppchens erstrecke. Den ersten Ausgang begreife ich vollständig und habe ihn öfters gesehen. Er erscheint immer, wenn die Masse nicht bis in die feinsten Gänge gedrungen ist und erklärt sich dadurch, dass sich die Aestchen so sehr rasch verjüngen. Auch bei der besten Injection kommt es vor, dass einzelne von diesen Aestchen wie stumpfe Spitzen endigen. In Fig. 4. ist ein Ductus interlobularis, welcher sich innerhalb eines Leberläppchens verästelt, aus einer gut injicirten Kalbsleber dargestellt, nachdem der gelungene Schnitt mit Schwefelsäure benetzt worden war und dadurch die Leberzellen bis auf ihre Kerne unkenntlich wurden. — Man sieht auch hier neben dem gleich zu beschreibenden feineren Netze eine Anzahl von Gallencanälen stumpf endigen, ohne Zweifel weil bis dahin die Masse gedrungen war, und weiterhin nicht. — In Fig. 5. ist eine halbschematische Darstellung eines Leberläppchens mit Gallengängen am Rande, wo bei dem ersten Anblicke die Aeste in der That wie abgeschnitten erscheinen, obgleich sie es nicht sind.

Wenn ich also vollkommen diese von Herrn Gerlach angegebene Endigung zu deuten weiss, so ist mir die an-

dere, welche er erwähnt und welche ein bis zur Mitte des Läppchens sich erstreckendes Netz darstellen soll, nicht klar. Ihrem Aussehn nach halte ich sie, wie auch die Herren Theile und Kölliker thun, für blutführende Gefässe.

Wir sind in der Beschreibung der Gallengänge bis dahin gekommen, bis wohin im Ganzen Uebereinstimmung unter den Beobachtern herrscht. Aber von nun an gehen die Angaben auseinander, indem Einige wirklich eine offene Wandung, andere ein stumpfes Ende, andere endlich eine ununterbrochene Communication mit den Hüllen annehmen, welche die Reihen der Leberzellen umgeben und dadurch ein Leberzellennetzwerk annehmen.

Der letzteren Ansicht ist, wie ich Eingangs angegeben habe, Herr Beale. Da ich bei sorgfältig und oft wiederholter Prüfung von Leberpräparaten, die, wie oben beschrieben ist, behandelt waren, nicht zu dem gleichen Resultate, wie dieser genaue Forscher, gelangen konnte, so glaubte ich mich nicht eher zufriedenstellen zu dürfen, bis ich Präparate zur Anschauung bekam, welche den Beale'schen glichen. Hierdurch gerade bin ich noch mehr in meiner Ansicht bestärkt worden.

Nach meinen Beobachtungen erweitern sich die Gallengänge, nachdem sie ungefähr $1/_{200}$ bis $1/_{250}'''$ erreicht haben, nicht, sondern werden da gerade beträchtlich und plötzlich bis $1/_{500}'''$ verengt und bilden ein Netz, welches ich bis in die Nähe der Vena centralis sehr häufig verfolgen konnte.[1]) An den feinsten Aestchen habe ich, wenn auch selten, noch Kerne gesehen, und mich stets von den doppelten Contouren überzeugt. Der gelbe Farbstoff liess dies auf's Bestimmteste erkennen. Sowohl die 4. als die 6. Figur sind treue Copieen nach der Natur, in welchen man die netzartige Verbreitung erkennt. Zwischen diesem Netze liegen die Leberzellen, von denen man sich eine deutliche Vorstellung machen kann,

1) Nach einer mündlichen Mittheilung ist Prof. Grohé, der über denselben Gegenstand arbeitet und späterhin Mittheilung machen wird, zu ganz analogen Anschauungen durch seine Untersuchungen geführt worden.

wenn man um jeden Kern der 4. und 6. Figur eine Leberzelle herumgelegt denkt. Es besteht somit in den Leberläppchen ein doppeltes Capillarsystem, das eine von blutführenden, das andere von gallenführenden Gefässen gebildet. Der ganze Raum, welcher zwischen diesem grossartigen Netzwerk übrig bleibt, scheint allein von Leberzellen ausgefüllt zu sein. Ob diese nochmals mit Hüllen umgeben sind, davon habe ich mich niemals überzeugen können.

Schon durch die Färbung der Gallencapillaren mit der injicirten Masse kann man sich überzeugen, dass man nicht etwa Blutgefässcapillaren dafür genommen hat. Besonders deutlich wird dies aber, wo die Injection von beiden mit verschieden gefärbten Massen gut gelungen ist. Hier sieht man beiderlei Gefässe auf demselben Felde.

Der Unterschied von meiner und der Beale'schen Anschauung beruht also hauptsächlich darauf, dass ich die Membran, welche Herr Beale als Hülle des Zellennetzes ansieht, als Gallengefässwände betrachte. — In der 7. Figur ist zur Verständigung eine ganz schematische Figur entworfen, welche einer Beale'schen (s. Figur 1) ähnlich ist. Man betrachte den Zweig, welcher mit * bezeichnet ist. Die Stämmchen a und b können in ihrem weiteren Verlaufe leicht so aufgefasst werden, dass sie nur Erweiterungen eines Astes sind, welche die Leberzellen zwischen sich fassen, besonders wenn diese nicht unkenntlich gemacht sind. Wenn man noch dazu den leicht möglichen Fall setzt, dass c und d mit Masse gefüllt sind und das dazwischen liegende e nicht, so wird das Ansehn noch viel täuschender.

Herr Beale (S. 380) hebt besonders die sehr feine Haut hervor, die man nicht selten um Leberzellen herumliegen sieht, wenn dieselben in verdünntem Alkohol leicht erhärtet wären. So beobachtete er eine Zelle aus einer Kaninchenleber, welche in eine Membran eingehüllt war, die wie eine enge Röhre über dieselbe sich zog. Er stellt ferner eine Zellenreihe aus einer Hundsleber (Pl. XV. Fig. 18) dar, welche in einer schwachen Sodalösung gelegen hatte, wo man gleichfalls die sehr dünne „Basement membrane“ bemerkte. — Ich

bin nicht im Stande, diese Membranen zu deuten, da dieselben nur höchst selten mir vorgekommen sind, wo ich sie als Stückchen von Gallengefässen deuten zu müssen glaubte. Es kommt auch für diese Untersuchung zunächst nicht in Betracht, ob um die Zellen herum noch Membranen liegen, was ich positiven Beobachtungen gegenüber nicht in Abrede zu stellen vermag, sondern darauf, ob diese Membranen und die Wände der Gallengefässe in ununterbrochenem Zusammenhange stehen. Das aber verneine ich. Lägen die Leberzellen wirklich in solchen Kanälen, so müsste man, wie mir scheint, viel öfters leere Canäle oder Stücke von abgerissenen noch Zellen enthaltenden Canälen finden, als dies wirklich der Fall ist, zumal da diese Haut, wie Herr Beale selbst (S. 381) angiebt, sehr ausdehnbar, also auch nicht so leicht zerreissbar ist.

Ich muss ausdrücklich bemerken, dass ich meine Untersuchungen nicht auf kaltblütige Thiere ausgedehnt habe, an welchen Herr Beale die Canäle, welche das Zellennetzwerk einschliessen, besonders gut beobachtete. Man sollte auch erwarten, dass wenn wirklich die Gallengefässe und die angenommenen Hüllen der Leberzellen ein continuirliches Canalsystem ausmachten, man öfters Reste von Leberzellen in der Galle auffinden müsste, was nicht der Fall ist.

Es verdient ferner noch eine Bemerkung des Herrn Beale (S. 384) erwähnt zu werden, dass nämlich bisweilen die Injection auf die eine Seite, bisweilen auf die andere Seite des Canals hinfliesst (Injection runs sometimes on one side and sometimes upon the other side of the tube). Eine so feine Masse würde kaum an einer Seite bleiben, sondern sich unregelmässig im Canal ausbreiten, wenn sie nicht selbst eingeschlossen wäre. Der blau gefärbte Streifen neben Leberzellen, welcher mit blau injicirten Zellencanälen continuirlich zusammenhängt, scheint mir mehr dafür zu zeugen, dass dieser blaue Streifen die Fortsetzung eines Gallencanals ist, neben welchem die Leberzellen liegen, als eines solchen, welcher sich erweitert, um die Gallencanäle einzuschliessen. Endlich erwähnt Herr Beale selbst (l. c. S. 389) feiner

Gallencanäle, welche unter einander ein Netzwerk bilden, ohne dass sie Leberzellen aufnehmen. Er sagt von ihnen, dass ihr Durchmesser beträchtlich geringer sei, als derer, welche Zellen enthalten und hat sie mehr bei Kaninchen- als Hunden- und Menschen-Lebern beobachtet. Nach meinen Untersuchungen ist dieses Netz der Gallengänge nicht auf wenige Stellen beschränkt, sondern ganz allgemein in der Leber verbreitet. Man sieht mithin aus den Angaben des Herrn Beale, dass unsere Beobachtungen sich nicht eigentlich widersprechen, sondern nur ergänzen, denn was derselbe nur an einzelnen Stellen, besonders an der Oberfläche der Leber gesehen hat, findet sich nach meinen Wahrnehmungen überall.

Schliesslich mögen noch die sog. Vasa aberrantia Erwähnung erhalten, und die von Herrn Beale sogenannten Sacculi. Es ist schon lange, besonders durch Herrn E. H. Weber bekannt, dass zumal in der Fossa transversa sehr feine Aestchen von Gallengefässen liegen, welche sich im Bindegewebe der Capsula Glissonii netzförmig verbreiten. Auch an vielen anderen Stellen der Leber, wo keine eigentliche Lebersubstanz ist, z. B. zwischen dem Lobus dexter und Spigelii, endlich auf den Häuten von grösseren Gallengefässen kommen sie vor. — Sie bilden mit blossen Augen deutlich unterscheidbare Bäumchen und endigen mit stumpfen Spitzen. Unter dem Mikroskope erscheinen die Enden wie stumpfe Säckchen, wie es in Fig. VII. dargestellt worden ist. Diese Säckchen sind meines Erachtens mit Recht als Gallenblasen en miniature bezeichnet worden. — Uebereinstimmend mit Herrn Beale fand ich um diese Vasa aberrantia häufig Lymphgefässe. — Ueberhaupt werden die grösseren Stämme der Gallengefässe vielfach von Lymphgefässnetzen umstrickt und es ist gar nicht selten, dass sich die Lymphgefässe in der Fossa transversa bei Injectionen der Gallengefässe in Folge einer Ruptur sich sogar über grosse Ausdehnungen hin füllen, wie schon die Herren Kiernan und Beale (S. 380) beobachtet haben. Die Vasa aberrantia verbreiten sich, abgesehen von den stumpfen Ausbuchtungen,

netzförmig. Wir haben mithin anerkannt eine derartige netzförmige Ausbreitung von Gallengefässen einmal um die Leberläppchen herum, wo die Venae interlobularis der angrenzenden Läppchen anastomosiren, sowie am inneren Rande derselben, zweitens wie oben gesagt an den Vasa aberrantia, drittens wie Herr Beale gefunden und ich bestätigt habe, in den oberflächlichen Theilen des von Jenem sogenannten zellenführenden Netzwerks innerhalb der Leberläppchen. Meine Beobachtungen schliessen sich also vollständig an diese Beobachtungen an und zeigen, dass das von Herrn Beale sogenannte Network of ducts nicht so beschränkt ist, wie dieser Forscher annimmt, sondern durch die ganze Leber verbreitet, ohne dass innerhalb der Canäle die Leberzellen liegen, dass vielmehr die Reihen der Leberzellen neben und zwischen diesem Netzwerke liegen, etwa in der Art, wie neben den Capillargefässen in der Schwimmhaut des Frosches die Pigmentzellen liegen; nur dass die Leberzellen ungleich zahlreicher vorhanden sind und ein doppeltes Capillarnetz neben sich haben, das der Blut- und das der Gallengefässe.

Nachschrift.

Nachdem vorstehende Abhandlung schon an die Redaction abgesandt war, wurde ich noch auf eine Mittheilung über diesen Gegenstand von Herrn Reichert (Müller's Archiv 1854 Jahresbericht S. 76 ff.) durch den Verfasser selbst aufmerksam gemacht, welche ich übersehen hatte. — In derselben ist dargethan, dass die Leberzellen und die blutführenden Gefässe nicht die einzigen Elemente seien, welche die Leberläppchen bildeten, sondern dass neben den Zellen noch Septa vorhanden sind, in welchen die Capillaren, vielleicht auch Lymphgefässe und Nerven liegen. Herr Reichert sieht diese Septa als die noch erhaltenen Reste der Wandungen der Drüsencanälchen an und als das Gerüst eines verzweigten Höhlensystems. Durch diese Septa, aber nicht durch die Leberzellen mit oder ohne Tunica propria würde ein Netzwerk gebildet, in dessen Hohlräumen die Leberzellen vorkommen.

Meine Beobachtungen stimmen insofern ganz damit überein, dass ich annehme, dass neben den Leberzellen ausser den Gefässen noch ein Gebilde vorhanden sei, dass also nicht, wie Herr Kölliker annimmt, die Leberzellen lediglich Blutcapillaren zwischen sich haben. Ich muss daher den Reichert'schen Ausspruch: es sei eine nicht weiter zu bezweifelnde Thatsache, dass die Leberzellen von Wandungen eingeschlossen sind, durchaus adoptiren. Nur darin weiche ich von der Angabe des Herrn Reichert ab, dass ich diese Wandungen für feine Canäle halte, welche unter einander ein viel verzweigtes Netz neben dem weiteren Blutgefässnetz bilden. In feinen Injectionen habe ich beide Netze mit verschiedenen Farben gefüllt gesehen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Gallengang mit Zweigen und dem Leberzellen enthaltenden Netzwerk, nach Beale, Fig. 28. Vergr. 215.

a. Ductus biliferi.
b. b. b. Zweige desselben.
c. Leberzellen enthaltendes Netzwerk.

Fig. 2. Stück einer Kaninchenleber, deren Gallengänge gelb injicirt sind. Vergr. 2.

Fig. 3. Stück einer Kaninchenleber; deren Vena portarum roth, Venae hepaticae blau, Ductus choledochus gelb injicirt.

a. Venae intralobulares.
b. Vena intralobularis, roth von der Vena portarum aus.
c. Durchschnitte von Venae intralobulares.
d. Venae interlobulares.
e. Venae sublobulares.
f. Ductus biliferi.

Vergr. 40.

Fig. 4. Ast eines Ductus interlobularis.

a. stärkerer Zweig.
b. Nebenzweige.
c. plötzlich sich verengerndes Aestchen.
d. Kerne der Leberzellen. — Vergr. 200.

Fig. 5. Leberläppchen vom Kalbe.

a. Stelle der Vena centralis.
b. Ductus interlobulares.
c. deren grössere Zweige.

Von da gehen die sehr feinen Aestchen, welche plötzlich sich verjüngen. Man sieht die reihenweise geordneten Leberzellen.

Halbschematisch. Vergr. 70.

Fig. 6. Gallencapillaren, nahe der Vena centralis; dazwischen die Kerne der Leberzellen, aus einer injicirten Kalbsleber. Der Schnitt mit Schwefelsäure behandelt. Vergr. 200.

Fig. 7. Schematische Darstellung des Verlaufs der Gallencapillaren.

Fig. 7. Vasa aberrantia, mit den stumpfen Enden b.

Anmerkung zur Abhandlung des Herrn J. Budge.

Von C. B. Reichert.

Meine Ansicht über den feineren Bau der Leber ist die, dass die letzten Endigungen des Ductus hepaticus oder, wenn man will, die Wurzelchen desselben, in ein cavernöses Drüsenhöhlensystem auf die Weise übergehen, wie die Endäste der Arterien oder die Wurzelchen der Venen in ein cavernöses Höhlensystem der Blutgefässe. Die Wandungen und Septa dieses Drüsenhöhlensystems (Tunica propria der Drüsencanäle) sind, um im Vergleiche fortzufahren, mit den Wandungen und Septa der cavernösen Blutgefässsysteme zu vergleichen, wie in den letzteren noch Vasa vasorum, Lymphgefässe und vielleicht auch Nervenfasern verlaufen, verzweigt sich hier in diesen Septen etc. das Capillarnetz zwischen Pfortadern und Vena hepatica, so verlaufen darin Lymphgefässe, wahrscheinlich auch Nerven. Wie ferner die Hohlräume des Corpus cavernosum penis mit Blut gefüllt sind, so hier die vergleichbaren Räume mit Leberzellen. Es giebt also in dem terminalen Bezirke des Drüsenhöhlensystems der Leber weder Acini, noch Röhren, noch ein Röhrennetz; der Röhrenbau, wenn er bei der ersten Bildung vorhanden sein sollte, ist, wenigstens bei Erwachsenen, untergegangen. Diese Ansicht stützt sich auf genaue und langjährige Untersuchungen; die Beale'sche Arbeit hat, obgleich sie sich viele Anhänger erworben, meine Beobachtungen und meine Ansicht, wie ich dieses bereits im Jahresberichte ausgesprochen, in keiner Weise widerlegt; ihm ist meine Arbeit ganz unbekannt geblieben. In Frerich's „Klinik der Leberkrankheiten" (Tab. VII. Fig. III.) findet sich ein mikroskopisches Schnittchen

Lebersubstanz, — welches den cavernösen Bau des Drüsenhöhlensystems so zeigt, wie er auf allen in beliebiger Richtung gemachten Schnitten nach Entfernung der Leberzellen, wiederkehrt, — getreu abgebildet. Die Beobachtungen, welche Herr Budge mitgetheilt hat, scheinen mir gleichfalls den Stand der Angelegenheiten nicht zu ändern. Ich glaube vielmehr annehmen zu müssen, dass Herr Budge bei seinen Injectionen des Ductus hepaticus die Lymphgefässe der Wandungen des cavernösen Höhlenbaues angefüllt habe. Wäre es gelungen, was eben aus nahe liegenden Gründen nicht gelingt, die terminalen Räume des Drüsenhöhlensystems zu füllen, so müsste die Masse in die Räume eingedrungen sein, in welchen die Leberzellen liegen, und die eben zum cavernösen Höhlensystem gehören.

Ueber die Gestaltung der Gelenkflächen.

Aus dem wissenschaftlichen Nachlasse des verstorbenen

L. Fick.

Mitgetheilt von

A. Fick.

Dem Leserkreise dieser Zeitschrift werden die beiden Untersuchungen L. Fick's über die Ursachen der Knochenformen [1]) bekannt sein. Der Verfasser hat Anfänge weiterer Untersuchungen über denselben Gegenstand hinterlassen, von denen hier mitgetheilt werden soll, was zur Veröffentlichung reif war. Ich kann die Mittheilungen ergänzen durch die Erinnerung vieler Gespräche, die ich mit meinem verstorbenen Bruder über die fraglichen Gegenstände hatte. Den Plan zu einer Untersuchung über die Bildung der Gelenkflächen insbesondere hat L. Fick bereits am 8. August 1858 in einem versiegelten Briefe bei den Acten der naturfor-

---

1) Göttingen 1857 und Marburg 1859.

schenden Gesellschaft zu Marburg niedergelegt. Der Inhalt dieses Briefes lautet folgendermassen:

„Seit einigen Jahren bin ich beschäftigt Beweise zu sammeln für den Satz, dass die Definitivformen der entwickelten Organismen nicht der Ausdruck formbildender oder typischer Eigenkräfte des Organismus, sondern Resultate der in den organischen Keimen auf unerklärliche Weise gesetzten Vegetationsintensitäten der einzelnen Definitivorgane, in ihrer mechanischen Wechselwirkung auf einander sind, die durch die Begrenzung der Organismen gegenüber der objectiven Natur, also durch die Haut mehr oder weniger fest, in bestimmte (durch Nerven und Gefässe ausgedrückte) Verknüpfung zu einer relativen Einheit, dem sogenannten Organismus, zusammen gebunden sind.

„In der ersten Abhandlung habe ich auf dem Experimentalwege das Verhältniss studirt, in welchem die Vegetationsintensität der Knochen zu der Vegetationsintensität der ihnen benachbarten Muskeln ihren mechanischen Ausdruck findet für den Fall, dass innerhalb des Hautraumes eine mechanische Gegenwirkung, ein Conflict zwischen dem Wachsthum des Knochens und der ihm anliegenden Muskeln sich ergeben sollte.

„In der zweiten Abhandlung habe ich auf dem Experimentalwege und aus den Thatsachen der Entwicklungsgeschichte das Verhältniss studirt, in welchem die verschiedenen Vegetationsintensitäten der einzelnen Knochen des Kopfskelettes ihren mechanischen Ausdruck finden in dem Falle, wo keine Wachsthumsintensitäten (Vegetationskräfte) weicher Theile, mit dem Knochenwachsthum in Conflict gerathen.

„In der dritten Untersuchung, welche mich im Augenblicke beschäftigt, suche ich nach dem Experimentalbeweise für die Ursachen, welche die Formen bedingen, in welcher die mit einander articulirenden Knochen sich berühren.

„Wenn ich in den beiden ersten Abhandlungen zum Ueber-

flüsse bewiesen habe, dass in den Knochen selbst eine formgebende Kraft nicht existirt, welche die von den embryonalen Urformen verschiedene Form der definitiven Knocheneinheiten bedingen könnte, so muss dieser Satz auch für die Formen der definitiven Gelenkflächen seine Geltung haben. — Wie aber ist nun nach Ausschluss formbildender Eigenkräfte die Entstehung der bestimmt geformten Gelenkflächen und respective deren Unterschied von den embryonalen Formen, in denen die Gelenkenden laut den Thatsachen der Entwicklungsgeschichte zunächst erscheinen, zu erklären?

„Ich hoffe, auf die Thatsachen der Entwicklungsgeschichte und meine Experimente gestützt, für die Formen der in den sogenannten Gelenken isolirt sich berührenden Knochen den Beweis liefern zu können, dass dieselben direct mechanisch geschliffen werden — geschliffen, wie der Mechaniker in seiner Werkstatt Schliffflächen und Rotationsflächen schleift — und zwar geschliffen werden durch die Bewegung ihrer betreffenden Muskeln, welche sich früher entwickeln als die Knochen histologisch zu den Definitivgeweben und Definitivformen entwickelt sind, und sich vom Centrum nach der Peripherie entwickelnd in derselben Stufenfolge an bestimmte Skeletpunkte (deren Bestimmung freilich weiter in dem allgemein unerklärlichen Verknüpfungsplan der Partes constituentes des Embryo gesetzt ist) durch Flechsenbildung linearisch befestigen, und einmal befestigt durch ihre antagonistische Concurrenzwirkung genau in derselben Weise die Gelenke schleifen, wie es die Technik ausserhalb des Organismus thut. Als zweiter Factor kommt hierbei die selbstständige Vegetationsintensität der einzelnen zu schleifenden Objecte — hier Knochenenden (allerdings auch eine in ihrem Causalnexus unerklärliche, wenn auch in ihren Wirkungen deutliche und durchsichtige Grösse) d. h. mit anderen Worten die in verschiedenen Zeitmomenten verschieden intensiv auftretenden Längenzunahmen — Wachsthum der Einzelknochen vom Centrum gegen die Peripherie — hinzu, indem sich aus dem ungleichen Wachsthum der Einzelknochen, in welche sich die Abtheilungen der Skeletglieder ablösen, die

Concavität oder Convexität der Gelenkenden bedingt, während die Muskelform und Lage die Schleif- oder Rotationsform bestimmt."

Nach diesem Grundgedanken würde man also z. B. da einen Ginglymus zu erwarten haben, wo vornehmlich an zwei gegenüberliegende Seiten einer Knochenverbindung Muskelmassen gelagert wären. Eine Arthrodie hätte man dagegen zu erwarten, wo rings um die Verbindung herum Muskeln angesetzt wären. In der That würde ja in jenem Falle der relativ bewegliche Knochen an dem festen in einer Ebene hin und hergehen und könnte nur eine Rotationsfläche daran schleifen. Der allgemeinere Fall war freilich der einer Schraubenfläche, weil die resultirenden Züge der beiden Muskelmassen hüben und drüben im Allgemeinen doch nicht genau in eine Ebene fallen werden. Legt man z. B. eine Ebene senkrecht zur Axe des Humero-Ulnargelenkes, so fallen die resultirenden Zugrichtungen des Brachialis internus und des Triceps nicht genau in dieselbe. Die des Flexor weicht oben nach aussen davon ab, die des Triceps oben nach innen. Die Abweichung ist so augenfällig, dass es keiner genaueren mathematischen Ermittelung der resultirenden Zugrichtung bedarf. Ein Blick auf das erste beste Präparat genügt. Man kann sich namentlich an die Richtung der Sehnenstreifen halten. Wird nun in der That die Rolle des Humerus durch das Hin- und Herrutschen der Ulna, durch die abwechselnden Züge des Brachialis internus und des Triceps während des embryonalen Lebens geschliffen, so kann die Fläche keine andere als eine Schraubenfläche werden. Da nämlich der Brachialis eine (wenn auch kleine) nach aussen gerichtete Componente hat, so muss die Ulna seinem Zuge nach vorn folgend, die Neigung haben, etwas nach aussen zu treten. Umgekehrt muss sie die Neigung haben, beim Rückwärtsrutschen sich etwas nach innen zu verschieben, wenn sie durch den Triceps gezogen wird. Die durch diese Bewegungen selbst geschliffene Rinne muss also vorn nach aussen, hinten nach innen von einer zur Axe senkrechten Ebene abweichen. Die in Wirklichkeit beobach-

tete Abweichung dieser Rinne von der gedachten Ebene kann daher umgekehrt als Bestätigung der Ansicht gelten, dass sie durch abwechselnde Wirkung des Flexor und Extensor geschliffen ist. Dies lässt sich allerdings nur dann behaupten, wenn sich irgend eine Veranstaltung zeigen lässt, welche die nach aussen gerichtete Componente des Brachialis und die nach innen gerichtete des Biceps verhindert als Kräftepaar das ganze Ellenbogenende des Humerus allmälig zu drehen. Wäre das möglich, so würden bald die Zugrichtungen des Flexor und Extensor in eine Ebene fallen. „Diese geforderte Veranstaltung aber findet sich erstens darin, dass im Embryonalleben niemals angestrengte gleichzeitige zu einer Gesammtwirkung sich zusammensetzende Contractionen der beiden Antagonisten, sondern nur abwechselnde Reflexbewegungen derselben vorkommen. Ein zweites Moment ist gegeben in der Härte des Materials. Denn eine einfache Betrachtung lehrt, dass wenn die Knochen nicht genau einen Härtegrad besitzen, der eines Theils zwar noch das Schleifen ihrer Oberflächen zulässt, dagegen eine Verbiegung des ganzen Knochens durch die Muskelwirkung ausschliesst — sie nothwendig an allen Gelenken in andere als die Normalformen verbogen werden müssten, wie dies bei rhachitischen und osteomalacischen Knochen wirklich der Fall ist."[1])

Experimente an Thieren zur Bestätigung der vorgetragenen Ansicht von der Bildung der Gelenkflächen mussten im Allgemeinen bestehen in frühzeitiger Zerstörung von Muskelgruppen. Die Abweichung der Gelenke, auf welche die zerstörte Muskelgruppe eingewirkt haben würde, von der Norm kann dann von zweierlei Art sein. Es kann entweder nur der Bewegungsumfang beeinträchtigt werden, oder es könnte der Bewegungsmodus in einen beschränkteren verwandelt werden. In letzterer Hinsicht war namentlich daran gedacht worden, eine Arthrodie in einen Ginglymus zu verwandeln. Dies müsste möglic sein, wenn es gelänge, von

1) Das zwischen Anführungszeichen Stehende ist wörtlich eine Aufzeichnung meines Bruders.

den um das Gelenk gelagerten Muskeln alle zu entfernen bis auf zwei antagonistische Gruppen, welche den beweglichen Knochen nur noch in einer Ebene hin- und herziehen könnten. Man begreift leicht, dass die Ausführbarkeit einer solchen Operation nicht sehr wahrscheinlich ist. Definitiv kann aber erst nach einer grösseren Anzahl von Versuchen darüber entschieden werden. Dergleichen Versuche beabsichtigte mein Bruder unter anderen anzustellen. So habe ich einen Hund vorgefunden, dem er den Musc. infraspinatus exstirpirt hatte. Ich konnte aber nicht die leiseste Abweichung vom Normalen im Schultergelenk entdecken.

Ich habe nun ferner zu berichten von zwei Versuchen, die sich auf Ginglymusgelenke (oder resp. Schraubengelenke) beziehen. Hier konnte natürlich nicht eine Veränderung des Bewegungsmodus nach Muskelexstirpation erwartet werden, wohl aber eine Verminderung des Bewegungsumfanges. Da nämlich unzweifelhaft manche Widerstände gegen eine Gelenkbewegung mit der Excursion wachsen, so muss man annehmen, dass, wenn ein Muskel fehlt, die Excursionen im Durchschnitt nicht mehr so weit gehen werden, als wenn er vorhanden ist. In dieser Erwartung hatte mein Bruder an zwei 4—6 wöchentlichen Hunden folgendermaassen operirt. Am einen, ich will ihn mit A bezeichnen, wurden am Hinterbein sämmtliche Muskeln am Unterschenkel vorn und hinten durchschnitten und grosse Stücke, namentlich vom Wadenmuskel herausgenommen. Am anderen, er mag B heissen, wurde am Vorderbein aus der Muskelmasse an der Rückseite des Humerus, also namentlich aus dem Triceps, ein gutes Stück herausgeschnitten. Diese beiden Hunde habe ich nun etwa 8 Monate nach der Operation schlachten lassen. Sie waren damals noch immer nicht ganz erwachsen. Die Präparation ergab beim Hunde A, dass die Muskeln zum grossen Theil doch vorhanden waren, jedoch war der Wadenmuskel viel kleiner als auf der unverletzten Seite. Die Achillessehne war stark verwachsen mit dem Tensor fasciae. Vorn war der Tibialis anticus sehr klein und mit dem Extensor digitorum verwachsen. An der Astragalusrolle zeig-

ten sich einige Defecte in der Ueberknorpelung. Genauer wurde nun der Bewegungsumfang des Sprunggelenkes untersucht und mit dem des gesunden Gelenkes der anderen Seite verglichen. Alle Sehnen, welche das Gelenk überspringen, waren durchschnitten. Der Unterschenkel wurde auf einem Tisch so befestigt, dass der Fuss sich nur in einer dem Tischblatte parallelen Ebene drehen konnte. Ich bezeichnete nun zuerst die extremsten Lagen hinwärts und herwärts, welche dem Metatarsus gegeben werden konnten. Die beiden äussersten Lagen irgend einer mit dem Metatarsus fest verbunden gedachten geraden Linie bildeten beim nicht operirten Fusse einen Winkel von 131° mit einander, beim operirten Fusse einen Winkel von 94°. In diesem Winkel ist aber der Ausschlag zweier Gelenke summirt, des Sprunggelenkes und des Gelenkes zwischen Astragalus und der übrigen Fusswurzel. Uebrigens ist diese Bestimmung doch von Interesse, da einige der theilweise zerstörten Muskeln diese beiden Gelenke übersprangen. Die Verkleinerung des Bewegungsumfanges bestand näher darin, dass der Metatarsus nicht mehr so weit gebeugt und nicht mehr so weit gestreckt werden konnte, als in einem gesunden Gelenke. Eine feste Richtung im Metatarsus machte mit der Längsrichtung des Unterschenkels auf der gesunden Seite in der extremen Streckungslage einen Winkel von 15°, in der extremen Beugungslage einen Winkel von 83°. Auf der operirten Seite waren die entsprechenden Winkel 33° und 56°. Von den 37°, welche durch die Operation dem Bewegungsumfange entgingen, fallen also etwa 15 auf die Streckung, 22 auf die Beugung. Um ferner den Bewegungsumfang des Sprunggelenkes für sich zu bekommen, wurde in dem Astragalus ein der Ebene des Tischblattes etwa paralleler Stahlstift eingeschlagen, an's Ende desselben ein Bleistift befestigt, dessen Spitze bei der Drehung im Gelenke einen Kreisbogen auf ein untergelegtes Papierblatt zeichnete. Dieser Kreisbogen umspannte beim nicht operirten Fusse ungefähr 106°, beim operirten ungefähr 60°. Der Unterschied zwischen operirter und nicht operirter Seite beträgt also in beiden Aus-

schlägen etwa 40°. Es ergiebt sich daraus, dass der Bewegungsumfang des Gelenkes zwischen Astragalus und der übrigen Fusswurzel gar nicht gelitten hat. Dagegen ist das eigentliche Sprunggelenk bedeutend beschränkt.

Die nächste Ursache dieser Beschränkung scheint weniger Verkleinerung der überknorpelten Oberfläche der Astragalusrolle, als vielmehr Verkleinerung ihrer Krümmung d. h. Vergrösserung ihres Halbmessers gewesen zu sein. Wenn aber der Halbmesser eines Schnittes durch die Astragalusrolle grösser wird, ohne dass die Länge des überknorpelten Umfanges wächst, so nimmt der Winkel, welchen dieser Schnitt umspannt, ab. Es fanden sich folgende numerische Werthe einiger der in Rede stehenden Grössen. In der Tiefe der Auskehlung wurde ein Schnitt durch' die Astragalusrolle gelegt. Wenn man ihn als Kreisbogen betrachtet, so betrug sein Radius auf der nicht operirten Seite 6,8 Mm., auf der operirten Seite 7,6 Mm. Der Schnitt durch die Gelenkfläche umspannte am Centrum einen Winkel von 208° auf der nicht operirten, von 195° auf der operirten Seite.

Diese Messungen sind gewiss von Interesse, aber ihr Ergebniss genügt nicht entfernt, die vorhin gefundene grosse Differenz im Bewegungsumfang der beiden Gelenke zu erklären. In der That, der Bewegungsumfang eines Drehgelenkes (wir können wohl von der Schraubenbewegung absehen) sollte sich finden, wenn man senkrecht zur Axe Schnitte durch die beiden auf einander schleifenden Gelenkflächen macht und den Winkel, welchen der concave Schnitt umspannt, von dem abzieht, welchen der convexe umspannt.

Der kleinste Werth, welchen diese Differenz für zwei in eine Ebene fallende Schnitte annehmen kann, sollte den Bewegungsumfang des Gelenkes messen. Macht man nämlich eine Bewegung von diesem Umfange, so stossen an den äussersten Enden derselben die Ränder der concaven Gelenkfläche an die Ränder der convexen und finden hier Hemmung. Ich habe nun durch das untere Ende der Tibia jederseits ebenfalls einen Schnitt gemacht, welcher der Auskehlung der Astragalusrolle entsprach. Er umspannte auf der nicht

operirten Seite einen Winkel von 100°, auf der operirten einen Winkel von 96°. Hiernach ergiebt sich für die nicht operirte Seite ein Bewegungsumfang von 208°—100°=108°, was mit den beobachteten 106° sehr gut zusammenstimmt. Auf der operirten Seite hätte man nach diesen Bestimmungen einen Bewegungsumfang von 99° erwarten sollen. Die Beobachtung hatte etwa 60° ergeben. Wie diese Differenz zu erklären sei, ist mir gänzlich dunkel geblieben. Ich glaube jedenfalls nicht, dass in anderen Schnittebenen der Unterschied zwischen dem Bogen an der convexen und an der concaven Gelenkfläche um beinahe 40° weniger beträgt als in der Schnittebene, welche ich untersuchte. So müsste es doch sein, wenn der Unterschied des Bewegungsumfanges aus dem hier in Rede stehenden Principe erklärt werden sollte. Dass sich eine ganz andere Art der Hemmung bei dem Gelenke am operirten Bein eingemischt haben sollte, konnte wenigstens durch die genaueste Beobachtung des ganzen Hergangs nicht festgestellt werden. Die Hemmung schien entschieden in beiden Gelenken dadurch bewirkt zu werden, dass die Ränder der concaven (Tibia-) Gelenkfläche an hervorragende Theile des Astragalus anstiessen. Es war also die Hemmung in beiden Gelenken wirksam, die ich in meinem Compendium der Physiologie (S. 108) als „absolute" bezeichnet und der „relativen", durch allmälige Anspannung von Bändern bewirkten, entgegengestellt habe. Am wahrscheinlichsten kommt es mir vor, dass bei dem Gelenke der operirten Seite der Bewegungsumfang deshalb so weit abwich von dem Unterschiede zwischen dem convexen (Astragalus-) und dem concaven (Tibia-) Bogen, weil der Rand der Ueberknorpelung der Tibia gar nicht bis zum Rande der Ueberknorpelung des Astragalus vorrückte, sondern schon früher irgendwelche hervorragende Theile der Tibia an Theile des Astragalus anstiessen. Der somit unbenutzt bleibende Theil der Astragalusüberknorpelung wäre vielleicht beim weiteren Wachsthum des Thieres noch gänzlich geschwunden. Es ist aber leicht möglich, dass dieses Unbenutztbleiben eines Theiles der Astragalusüberknorpelung dem aufmerksamsten Auge

entgehen konnte, da die Oberfläche dieses Theiles in absolutem Maasse gemessen, sehr klein sein konnte, obwohl ihr Werth als Centriwinkel ausgedrückt gar nicht unbeträchtlich war.

Bei der Untersuchung des anderen Hundes B, dem die Strecker des Ellenbogengelenkes zerstört waren, zeigte sich folgendes. Der Triceps war atrophisch, sonst waren alle Muskeln normal entwickelt. Da an dem Schultergelenke eine Aenderung weder wahrscheinlich noch bei Besichtigung wahrnehmbar war, wurde sogleich zur Prüfung des Ellenbogengelenkes geschritten. Merkliche Veränderungen zeigten sich an der Gelenkfläche selbst nicht. Nun wurde in oben beschriebener Weise der Bewegungsumfang auf der operirten sowohl als auf der nicht operirten Seite gemessen. Es wurde zuerst eine Bestimmung gemacht an dem noch mit allen Muskeln versehenen Gliede. Merkwürdigerweise fand sich dabei der Bewegungsumfang auf beiden Seiten merklich gleich. Es ergab sich sogar ein kleiner Unterschied zu Gunsten der operirten Seite. Auf dieser nämlich war der Bewegungsumfang = 101°, auf der nicht operirten = 97°. Indessen ist dieser kleinen Differenz keine besondere Bedeutung beizulegen. Differenzen von 4° kommen gewiss zwischen den beiden Seiten eines ganz normalen Thieres vor, um so mehr, da der Begriff des Bewegungsumfanges, wenn die Muskeln durch ihre elastische Spannung als Hemmnisse wirken, gar kein ganz bestimmter ist, vielmehr von der drehenden Kraft abhängig ist. Wurden jetzt sämmtliche, das Ellenbogengelenk überspringende Muskeln durchschnitten, so stellte sich ein grosser Unterschied zwischen dem Bewegungsumfang auf beiden Seiten heraus. Er betrug jetzt auf der operirten Seite 125°, auf der nicht operirten 140°. Das Gelenk der operirten Seite war sichtlich vorzugsweise bezüglich der Beugung beschränkt. Es konnte fast gerade so weit gestreckt werden, als das gesunde Gelenk, aber lange nicht so weit gebeugt. Dies kann uns veranlassen, die Erklärung der Gelenkbeschränkung durch die Operation auf einem kleinen Umwege zu suchen. Wir können nämlich jetzt un-

möglich annehmen, dass ihr Grund darin liegt, dass den Unterarm, wegen Verkleinerung des Triceps, nicht mehr so häufig zum Maximum der Extension gebracht wurde, denn dies hätte den Bewegungsumfang nach der Extensionsseite hin verkleinern müssen. Wir dürfen vielmehr vermuthen, dass der Unterarm nach der Operation nicht mehr häufig zum Maximum der Flexion hat gebracht werden können, weil die Masse des Triceps zum grossen Theil einem Sehnenstrange Platz gemacht hat, welcher eine weit geringere Dehnbarkeit besitzt als Muskelsubstanz.

Ausser den Versuchen, deren Ergebnisse vorstehend mitgetheilt wurden, hatte mein Bruder auch eine Reihe von Messungen an menschlichen Embryonen begonnen, um seine oben (S. 659) ausgesprochene Ansicht zu prüfen: dass allemal an dem Knochen die convexe Gelenkfläche sich bildet, welcher zur Zeit der Gelenkbildung am raschesten wächst. Von hierher gehörigen Aufzeichnungen, die ich vorgefunden habe, sind mir nur die folgenden beiden Messungsreihen unzweideutig verständlich gewesen, die ich daher allein mittheilen kann. Erstens war an vier Embryonen verschiedenen Alters — sie sollen mit A, B, C, D bezeichnet werden — gemessen die Länge der Scapula, des Humerus, des Antibrachium, der Hand. Als maassgebende Dimension der Scapula scheint die Entfernung der Cavitas glenoidalis von der Basis scapulae gewählt zu sein. Die Resultate dieser Messungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt, die Zahlen bedeuten pariser Zolle.

	A	B	C	D	E
Scapula	0,12	0,22	0,31	0,45	2,78
Brachium	0,14	0,26	0,49	0,97	8,84
Antibrach.	0,08	0,14	0,40	0,79	7,28
Manus	0,12	0,23	0,37	0,69	5,07

Unter E sind noch die Längen der betreffenden Theile bei einem erwachsenen Manne hinzugefügt. Diese Zahlen können nur verwerthet werden unter der Voraussetzung, dass

die den Messungen unterworfenen vier Embryonen und der Erwachsene absolut gleicher Constitution gewesen sind, d. h. es muss vorausgesetzt werden, dass der Embryo A, wenn er das Alter von B erreicht hätte, auch in allen Abmessungen mit ihm gleich gewesen wäre u. s. w. Alsdann kann man für jedes Stadium, zwischen A und B, zwischen B und C u. s. f. die mittlere Wachsthumsintensität der verschiedenen Abtheilungen der oberen Extremität berechnen, wenn man noch die Länge der einzelnen Stadien kennt. Man brauchte nur den Längenunterschied der betreffenden Abtheilungen zu Anfang und zu Ende des Stadiums durch die Dauer desselben zu dividiren. Wäre also z. B. der Altersunterschied der Embryonen A und B gleich t, so wäre die Wachsthumsintensität der Scapula im ersten Stadium $= \frac{0,22 - 0,12}{t}$. Ich habe nun in den Aufzeichnungen meines Bruders keine Angaben über das Alter der verschiedenen Embryonen gefunden, indessen würde sich dasselbe zur Noth approximativ schätzen lassen aus den gegebenen Abmessungen. Es kommt uns hier aber gar nicht auf den absoluten Werth der Wachsthumsintensitäten an. Wir fragen vielmehr nur danach, in welchen Verhältnissen sind in jedem Entwicklungsstadium die verschiedenen Skeletabtheilungen gewachsen. Das Alter der vier Embryonen kann uns also gleichgültig sein. Von Interesse sind uns folgende Grössen: Wir bilden die Differenzen der auf gleicher Horizontalreihe hinter einander stehenden Grössen. Wir bekommen so vier Verticalreihen von je vier Zahlen. Jede enthält die Längenzunahmen der vier Skeletabtheilungen in einem Entwicklungsstadium. Dividiren wir alle Zahlen einer solchen Verticalreihe durch ihre erste, so haben wir das Verhältniss, in welchem die Wachsthumsintensität des Brachium, des Antibrachium und der Hand zur Wachsthumsintensität der Scapula steht. In der folgenden Tabelle finden sich diese Zahlen zusammengestellt:

Wachsthums-intensität von:	im Stadium A—B	im Stadium B—C	im Stadium C—D	im Stadium D—E
Scapula	1	1	1	1
Brachium	1,2	2,5	3,3	3,4
Antibrachium	0,6	2,9	2,6	2,8
Hand	1,1	1,5	2,1	1,9

Bemerkenswerth ist in der vorliegenden Tafel ohne Zweifel der ausserordentlich hohe Werth, den in allen Stadien die relative Wachsthumsintensität des Os brachii hat. Dieser Umstand spricht für die Ansicht, um deren Prüfung es sich handelt. In der That, das Os brachii hat an beiden Enden convexe Flächen und soll ja eben diese dem Ueberwiegen seines Wachsthums über das seiner beiden Nachbarn verdanken. In dem einen Stadium B—C hat nun freilich die Wachsthumsintensität des Antibrachium einen grösseren Werth als die des Humerus. Dies kann aber aus verschiedenen Gründen noch nicht als eine genügende Widerlegung der fraglichen Ansicht angesehen werden. Einmal könnte man zu der Behauptung seine Zuflucht nehmen, dass der kleine Unterschied der beiden Grössen auf Messungsfehlern oder Zufälligkeiten des besonderen Falles beruht habe, und sich im umgekehrten Sinne herausstellen würde, wenn die Messungen fortgesetzt würden. Gesetzt aber auch, man nimmt an, die in der Tabelle vorkommenden Werthe wären allgemein gültig, so könnte man immer noch ein anderes Stadium für das eigentlich maassgebende erklären. In der That scheint das Stadium C—D erst darüber zu entscheiden, welcher Knochen im Ellenbogengelenk die convexe Fläche bekommt. Ich finde nämlich unter den Aufzeichnungen meines Bruders über die mitgetheilten Messungen folgende Notizen: Im Stadium B—C „Bildung der Höhle der Humerusgelenke, aber flach“, im Stadium C—D „Verwandlung der flachen Höhlen in rotatorische Flächen.“ Es würde also wohl das letztere Stadium für die Gestalt der Gelenkflächen das eigentlich maassgebende sein.

Ueber die Gestaltbildung der Flächen des Handgelenkes

lässt uns die obige Tabelle gänzlich in Zweifel. Es kann das auch nicht anders sein, weil die Hand als ein Ganzes darin auftritt. Die Hand ist aber aus verschiedenen hintereinander liegenden durch Gelenke verbundenen Skeletabtheilungen zusammengesetzt. Die Wachsthumsintensitäten derselben können sehr verschieden sein. Ebenso verschieden die Wachsthumsintensität einer einzelnen von der des Ganzen. Es kommt hier bloss auf das Verhältniss der Wachsthumsintensität des Carpus zu der des Antibrachium an. Auf dies erlauben aber, wie aus dem eben Gesagten erhellt, die Zahlen unserer Tabelle gar keinen Schluss. Es kann recht wohl der Carpus in allen Stadien oder wenigstens in den für die Gelenkformbildung maassgebenden schneller gewachsen sein, als das Antibrachium, wie es das zu beweisende Princip wegen der concaven Gelenkfläche der Radiusepiphyse verlangt, obgleich die ganze Handlänge im zweiten, dritten und vierten Stadium langsamer zugenommen hat, als die Länge des Antibrachium.

Jedenfalls durch solche Ueberlegungen angeregt, hatte mein Bruder auch noch Messungen gemacht, in denen die einzelnen Abtheilungen der Hand gesondert auftreten. Eine Reihe derartiger Messungen enthält die nachstehende Tabelle.

Länge[1]) des	beim Embryo A	beim Embryo B	beim Embryo C	beim Embryo D
Antibrachium	0,08''	0,09''	0,22''	0,24''
Carpus	0,02	0,03	0,04	0,06
Metacarpus	0,04	0,04	0,06	0,10
Digitus	0,05	0,05	0,08	0,11

Berechnet man hieraus in der obigen Weise die Verhältnisse der Wachsthumsintensitäten der verschiedenen Abtheilungen, so ergiebt sich:

1) Ausdehnung in der Richtung von der Schulter zu den Fingerspitzen.

Wachsthums-intensität des	Im Stadium A — B	Im Stadium B — C	Im Stadium C — D
Antibrachium	1	1	1
Carpus	1	0,08	1
Metacarpus	0	0,16	2
Digitus	0	0,23	1,5

Im Stadium C—D hat sich das Gelenk zwischen Antibrachium und Carpus gebildet. Das mittlere Wachsthum war aber in diesem Stadium merklich gleich. Da in den früheren Stadien der Carpus auffallend langsamer wuchs als das Antibrachium, so ist anzunehmen, dass die Gleichheit des mittleren Wachsthums von Antibrachium und Carpus im Stadium C—D der Ausdruck davon ist, dass im ersten Theile desselben der Carpus immer noch wie früher langsamer wuchs, als das Antibrachium, dass im zweiten Theil umgekehrt der Carpus rascher wuchs. Im weiteren Stadium übertrifft vielleicht die Wachsthumsintensität des Carpus die des Antibrachium noch mehr. Vielleicht ist nun die Gelenkbildung im zweiten Theile des Stadiums C—D erfolgt und erfolgt die weitere Gestaltung der Flächen noch später. Wenn man dies annehmen darf, so würden die zuletzt mitgetheilten Zahlen eine willkommene Stütze der Annahme meines Bruders abgeben. Bei den vorstehenden Messungen finde ich noch folgende Anmerkung meines Bruders: „In C sind noch beide Handwurzelreihen gleich, in D ist die erste schon sehr klein gegen das Capitatum." Es wäre demnach also auch die convexe Fläche des Os capitatum dadurch zu erklären, dass dieser Knochen intensiver wächst als die erste Reihe der Handwurzelknochen und sich gleichsam in dieselbe hineindrängt.

Ich habe zwar sonst noch Notizen über Messungen an Embryonen unter den Papieren meines Bruders gefunden, sie lassen sich aber jetzt nicht in zusammenhängende Reihen ordnen. Zum Theil fehlte mir der Schlüssel zum Verständniss ihrer Bedeutung überhaupt. Ich unterlasse daher ihre Mittheilung.

Zum Schlusse kann ich nicht umhin als meine Meinung auszusprechen, dass zwar das von meinem Bruder zusammengebrachte experimentelle und embryologische Material (das er selbst offenbar für nichts weniger als genügend hielt und zu vervollständigen gedachte) keineswegs ausreicht, seine Ansichten von der Gestaltung der Gelenkflächen über alle Zweifel zu erheben, dass aber dadurch die a priori gewiss sehr grosse Wahrscheinlichkeit dieser Ansichten wenigstens nicht gemindert, sondern entschieden noch a posteriori vergrössert wird.

Sur la couleur du sang dans les divers états fonctionnels des glandes.

(Lettre de M. Claude Bernard à M. E. du Bois-Reymond.)

Paris, 12 Août 1859.

Dans le dernier numéro des Archives d'anatomie et de physiologie que vous publiez conjointement avec M. le Professeur Reichert, M. le Professeur Herrmann Meyer a rassemblé un grand nombre d'expériences sur la couleur du sang, pour la plupart déjà anciennement connues. Dans son article M. Meyer considère ces expériences comme analogues à celles que j'ai faites récemment sur l'influence des nerfs sur la couleur du sang dans les divers états fonctionnels des glandes, et que vous avez honorées d'une traduction dans votre excellent journal. Comme le but que se propose M. Meyer est évidemment d'élucider l'historique de cette question physiologique, je crois servir la science dans le même sens que lui, en essayant de faire voir qu'il y a eu confusion entre des expériences hétérogènes et que mes recherches ne peuvent pas être comparées avec celles qu'il a citées.

Je vais d'abord rappeler en quelques mots les principaux résultats de mes expériences, afin de pouvoir les comparer ensuite avec ceux que la science possédait déjà sur le même sujet.

1) Dans une première communication intitulée: Sur les

variations de couleur dans le sang veineux des organes glandulaires suivant leur état de fonction ou de repos (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 25 Janvier 1858), j'ai établi que les glandes possèdent un sang veineux rouge quand elles sécrètent et un sang veineux noir lorsqu'elles sont en repos, c'est-à-dire qu'elles ne sécrèten pas. J'ai prouvé clairement ce fait pour le rein et pour la glande salivaire sous-maxillaire. Je ne sache pas que personne ait signalé avant moi cette variation de couleur du sang veineux dans les glandes en rapport avec leur état fonctionnel sécrétoire.

2) Dans une seconde communication: De l'influence de deux ordres de nerfs qui déterminent les variations de couleur du sang veineux dans les organes glandulaires, j'ai montré que les deux états physiologiques des glandes, l'état de fonction et l'état de repos, correspondent à l'activité de deux ordres de nerfs: l'un qui, lors du repos, retarde la circulation; l'autre qui, pendant la sécrétion, rend la circulation tellement active qu'on peut voir alors le sang veineux rouge animé de pulsation comme le sang artériel. Je crois également avoir signalé un fait nouveau en montrant cette influence de deux nerfs antagonistes sur la circulation capillaire des organes glandulaires.

3) Dans une troisième communication intitulée: Sur la quantité d'oxygène que contient le sang veineux des organes glandulaires, à l'état de fonction et à l'état de repos; et sur l'emploi de l'oxyde de carbone pour déterminer les proportions d'oxygène du sang, j'ai fait voir que le changement de couleur du sang veineux déterminé dans les organes glandulaires par des nerfs spéciaux est en rapport avec des qualités chimiques et des proportions d'oxygène différentes dans ces deux sangs; et à ce propos j'ai signalé une méthode nouvelle pour la détermination de l'oxygène du sang par l'emploi de l'oxyde de carbone.

Comme on le voit, toutes les expériences qui font l'objet de mes trois mémoires sont relatives à des faits bien nets et

bien déterminés. Il s'agit uniquement des organes glandulaires dans leurs conditions physiologiques. En effet j'ai évité avec grand soin qu'il y eût jamais dans mes expériences des troubles généraux dans la circulation ou dans la respiration. Je n'agissais que sur les nerfs spéciaux d'organes limités dont je modifiais la circulation locale sans que la circulation générale du corps ni la respiration fussent aucunement modifiées. C'est ce qui m'a permis d'établir ce résultat que je considère comme trés-important, à savoir: que les circulations organiques locales peuvent être indépendantes de la circulation générale, et que sans cesse, dans les états fonctionnels organiques, la circulation locale se modifie sous l'influence des nerfs vasomoteurs d'un organe sans que la circulation générale en soit troublée.

Il me sera facile actuellement de prouver que les expériences citées par M. Meyer n'ont aucun rapport avec celles qui précèdent. En effet M. Meyer parle d'abord d'expériences de section des pneumogastriques dans lesquelles le sang était devenu noir dans les artères. Le fait est connu et expliqué depuis longtemps. Il n'a rien à faire avec l'action directe des nerfs; il est dû simplement à l'asphyxie des animaux, et si on ouvre la trachée, le sang redevient rouge quoique les nerfs pneumogastriques soient toujours coupés. M. Meyer rapporte ensuite des expériences d'animaux morts qu'on insufflait et chez lesquels le sang veineux changea de couleur et devint rouge. Ces expériences faites sur des animaux morts et refroidis ne ressemblent en rien aux miennes.

Le seul fait indiqué par M. Meyer qu'on pourrait peut-être rapprocher de mes expériences est celui qui consiste à montrer qu'un nerf d'un membre étant coupé, le sang veineux devient plus noir quand on galvanise le bout du nerf coupé. Je n'ignorais pas cette expérience fort ancienne, et je l'ai précisément citée dans mon mémoire pour faire voir que les observations que j'ai faites sur les glandes étaient tout-à-fait différentes et jusqu'à certain point opposées. En effet j'ai dit que si sous l'influence de l'état d'activité fonctionnelle du muscle le sang devient noir dans ses veines et si pendant

son état de repos il devient plus rouge, c'est le contraire pour les glandes. En effet j'ai établi que dans ces derniers organes le sang veineux est rouge pendant l'activité fonctionnelle et noir pendant le repos.

En résumé je ne nie pas qu'on ait fait autrefois des observations plus ou moins variées et incohérentes sur l'influence des nerfs sur la couleur du sang. Mais je crois que les faits énoncés dans mes trois mémoires et dont j'ai rappelé les principaux résultats ont un but nouveau et bien déterminé, ce qui permet de classer facilement les résultats qu'ils ont apporté à la science touchant l'influence des nerfs sur la circulation capillaire locale des organes. J'ajouterai que l'historique consciencieux fait par M. Meyer me semble justement fournir la meilleure preuve de ce que j'avance.[1])

Ueber glatte Muskelfasern im Ovarium und Mesovarium von Wirbelthieren.

Vorläufige Mittheilung von

Dr. Ch. Aeby.

Nachdem schon seit längerer Zeit das Vorhandensein organischer Muskelfasern theils im Ovarium, theils im Mesovarium gewisser Fische durch Leydig constatirt war, musste in neuerer Zeit die Mittheilung Pflüger's über peristaltische

1) Hr. Bernard beachtet vielleicht nicht genug, dass in Krimer's und Hrn. Meyer's Versuchen nach Durchschneidung der Nerven das Venenblut heller floss als sonst. Da, nach Hrn. Heidenhain, ein Tonus der Skeletmuskeln nicht nachweisbar ist, so lässt sich dies nicht, im Fall des Muskelvenenblutes, aus einer dauernden schwachen Zusammenziehung der Muskeln bei unzerschnittenen Nerven ableiten, eine Erklärung, die ohnehin nicht für das Hautvenenblut passen würde. Da nun, nach Hrn. Pflüger, die vorderen Wurzeln gefässschnürende Fäden führen, so liegt es nahe, mit Hrn. Meyer jene Thatsache so zu deuten, als fliesse das Blut durch die in Folge der Lähmung ihrer Nerven erweiterten Gefässe zu schnell und reichlich, um dunkel zu werden. Alsdann aber scheint ein Zusammenhang dieser Versuche mit Hrn. Bernard's schönen Entdeckungen doch wohl unverkennbar.

E. d. B.-R.

Bewegungen des Froscheierstockes zu einer erneuten Prüfung dieser Gebilde auffordern, zumal es Pflüger selbst nicht gelungen war, contractile Elemente in letzterem aufzufinden. Meine hierüber im Laboratorium des Herrn Prof. du Bois-Reymond angestellten Untersuchungen haben Folgendes ergeben. Beim Frosche existiren mehr oder weniger normal gebildete glatte Muskelfasern in den Wurzeln des Eierstockgekröses, welche von beiden Seiten der Wirbelsäule entspringen und nach hinten und unten convergirend die Aorta schlingenförmig umfassen. Hier nun legen sie sich in Form dicker längsfaseriger Scheiden um die austretenden Ovarialarterien, um sie auf diese Weise bis zu ihren feinsten Verzweigungen zu begleiten. Die einzelnen Zellen selbst nehmen eine eigenthümliche Form an, indem sie zu langen und schmächtigen, hellen Fasern auswachsen, die in ihrer Mitte einen schmalen, nur ausnahmsweise getheilten Kern aufweisen. Die Venen bleiben von einer solchen Umhüllung durchaus frei. — Von Interesse ist es nun, dass dieselbe eigenthümliche Bildung bei den meisten Thieren vorzukommen scheint, wenigstens gelang es mir bereits sie bei den verschiedensten Classen, bei Tritonen und Kröten, bei einer Schlange, einer Eidechse und einer Schildkröte, bei der Taube und dem Huhne nachzuweisen. Bei der hiesigen Schildkröte, wo die musculösen Gefässscheiden ausserordentlich mächtig entwickelt sind, glaubte ich ausserdem glatte Muskelfasern in selbstständigen Zügen zu erkennen; auch konnte ich hier sehr deutlich eine spontane Contraction beobachten. Das Verhalten der Muskelzellen selbst bei diesen verschiedenen Thieren war nicht immer dasselbe, und zwar schien es mir mit der Höhe der Eientwickelung in Verbindung zu stehen. Je weiter diese letztere gediehen war, um so mehr boten die Zellen ein frisches und kräftiges Aussehen und zeichneten sich namentlich durch die Grösse und Schönheit des Kernes aus, während sie im entgegengesetzten Falle augenscheinlich verkümmert waren, einen kleinen unscheinbaren Kern enthielten und überhaupt alle möglichen Uebergangsstufen zu Zellenformen erkennen liessen, an deren contractiler Natur unwillkürlich Zweifel sich erheben mussten. Ob und wie aber diese Gebilde mit den genuinen Muskelzellen zusammenhängen, ob vielleicht während der Reifung der Eier eine progressive, nach derselben eine regressive Entwicklung der contractilen Elemente Platz greift, darüber muss der Entscheid künftigen Forschungen überlassen bleiben.

Indem ich diese Notiz der Oeffentlichkeit übergebe, behalte ich mir die genauere Erforschung dieser Verhältnisse bei den genannten und bei anderen Thieren, namentlich während der verschiedenen Epochen der Ovarialthätigkeit, vor.

Berlin, 14. August 1859.

Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere.

Von

Franz Leydig in Tübingen.

(Hierzu Taf. XIX. und XX.)

Die Physiologie hat von jeher die Bedeutung der äusseren Haut für den thierischen Haushalt, namentlich insofern sie ein Hauptsitz von Absonderungen und das allgemeine Gefühlsorgan ist, wohl gewürdigt; weniger, wie mir scheint, fühlten sich die Zootomen zu einem Studium dieser Körpertheile hingezogen, ja es lässt sich wahrnehmen, dass in manchen einschlägigen Erörterungen gerade die äusseren Bedeckungen etwas stiefmütterlich behandelt werden. Der Gedanke, es sei der „Balg" nur „der oberflächlichste Theil des Organismus" und der inneren Organisation untergeordnet, mithin von geringerer Wichtigkeit, mag dabei mitgewirkt haben. Gegenwärtig ist die Auffassung gewiss eine andere, es wird Jeder eine Förderung unserer Kenntnisse auch über diesen Gegenstand für eben so erwünscht halten, wie von jedem anderen Organsystem, und von diesem Gesichtspunkte aus erlaube ich mir über einige nach bezeichneter Richtung hin gepflogene Arbeiten hier zu berichten.

Die Untersuchungsmethoden, um den Bau der äusseren Haut festzustellen, haben sich im Laufe der Zeit vervielfältigt, denn während man früher sich zumeist nur durch Maceration der injicirten oder auch nicht injicirten Haut zu unterrichten suchte, zog man später vor, von gekochten oder frischen oder getrockneten Hautstücken scharfe Durchschnitte zu nehmen, die man alsdann wieder der Einwirkung von Wasser und Reagentien aussetzte; in jüngster Zeit wurde auch gegerbte Haut oder Leder für Deutlichmachung mancher Structurverhältnisse empfohlen. Indessen darf immer-

hin gesagt werden, dass die Haut der Säuger in gar mancher Hinsicht dem Beobachter Schwierigkeiten setzt und einzelne Fragen, wie z. B. die, auf welche Weise die Nerven in ihr enden, sind noch immer nicht mit Sicherheit zu beantworten; aber selbst abgesehen von dergleichen feineren Structuren ist es mitunter gar nicht so leicht über gröbere Verhältnisse Aufschluss zu erhalten, z. B. ob Schweissdrüsen fehlen oder zugegen sind, zumal wenn man, wie es bei mir öfters der Fall war, nur alte, längst getrocknete oder in Weingeist aufbewahrte Hautstücke zur Untersuchung vor sich hat. Diese Bemerkung mag mich entschuldigen, wenn ich mich unten über gewisse Dinge zweifelhaft ausspreche, bezüglich deren man von vornherein vermuthen sollte, dass sich eine bestimmte Auskunft geben liesse.

Frühere Forscher trennten nicht selten in Folge ihrer Art zu präpariren die Haut in eine grössere Anzahl von Schichten, als dies gegenwärtig geschieht, wo man sich wohl ziemlich allgemein zu der Annahme geeinigt hat, dass die äusseren Bedeckungen der Säugethiere aus einer bindegewebigen, gefäss- und nervenführenden Lederhaut und einer gefäss- und nervenlosen zelligen Oberhaut bestehen. Beide Hautlagen zeigen dann wieder in ihrer Dicke bestimmte Abänderungen, so dass man künstlich diese Hauptschichten allerdings abermals in mehrere Blätter zerlegen kann.

Pigment, Fett der Oberhaut.

Ich will mich nicht dabei aufhalten, dass bei allen Säugethieren, wo ich hierauf achtete, die Oberhaut sich in eine untere weichere oder jüngere Schicht (sog. Malpighisches Netz) und eine obere, mehr verhornte Lage oder eigentliche Epidermis schied. Auch habe ich mir von den verschiedensten Säugethieren, Schnabelthier mit eingerechnet, angemerkt, dass während die Zellen des Rete Malpighii deutlich kernhaltig waren, die Zellen der Epidermis kernlose Plättchen vorstellen. Häufig sind die Zellen des Rete Malpighii pigmenthaltig und was vielleicht bemerkenswerth ist, auch noch in dem Falle, wo die Haare fast alle pigmentlos, von rein

weisser Farbe sind. Ich beobachtete dies z. B. bei der in Weingeist gelegenen Haut des Eisbären (*Ursus maritimus*) und des Pferdes (Schimmel). Die Oberhaut war intensiv braun pigmentirt, und das Pigment erstreckte sich dabei mit den Wurzelscheiden tief in die Haarbälge hinein. Dergleichen pigmentirte Wurzelscheiden sieht man ebenso beim Hund, bei der Robbe (*Phoca vitullina*) u. A. Richtet man sein Augenmerk auf die Füllung der Zellen mit dem körnigen Pigmentstoff, so zeigt sich als Regel, dass, mag die Zelle noch so viel der Pigmentkörnchen enthalten, der Kern der Zelle doch davon frei bleibt, weshalb es mir um so mehr auffiel, dass bei *Vespertilio murinus* die Zellen der Schleimschicht, an der Flughaut wenigstens, in den unteren Lagen einen theilweise pigmenthaltigen Kern besitzen. Das Bild ist gewöhnlich so, dass die dunklen Pigmentkörner um den Kern herum mangeln und letzterer demnach von einer lichten Zone umzogen ist; man erkennt dadurch begünstigt ganz zweifellos, dass in der Rindensubstanz des Kernes ein Ring stark dunkler Pigmentkörner liegt. Das Centrum des Kernes scheint aber immer sich frei vom Pigment zu erhalten. — Von allgemeinerer Bedeutung ist, dass metallische Pigmentirungen der Haut bei Säugethieren ausserordentlich selten sind, ja man kennt eigentlich nur zwei Fälle, den Goldmaulwurf (*Chrysochloris*), dessen Haare Metallglanz haben, und den Unterleib der Cetaceen, der wie Cuvier und schon vor langer Zeit der Schiffschirurg Martens angeben, eine „schöne Silberfarbe“ hat. Die Cetaceen nähern sich demnach auch hierin den Fischen, bei welchen sowie bei den Amphibien, dergleichen metallische Färbungen sehr häufig vorkommen.

Das Pigment kann bei Säugethieren bald in die Zellen des Rete Malpighii abgesetzt sein, bald auch in die oberen Schichten der Lederhaut, und der Angabe Cuviers, die Lederhaut habe nie Theil an den Färbungen der Haut, wird Niemand mehr beistimmen. Schon einige frühere Beobachter haben bemerkt, dass die bei einigen Affen an gewissen Stellen vorkommenden blauen, grünlichen oder schwar-

zen Farben ihren Sitz in der Lederhaut selber haben. Auch an einem und demselben Thier ist der Ort, wo das Pigment sich befindet, nach den Localitäten verschieden. Ich sehe z. B. bei *Cercopithecus sabaeus*, dass im Handteller das starkbraune Pigment im Rete Malpighii liegt, hingegen an der behaarten Brust ist die Epidermis nach ihrer ganzen Dicke pigmentlos und statt dessen erblickt man in der obern Portion der Lederhaut eine fortlaufende Zone von verästigten braunen Pigmentfiguren. Ein andermal können die beiden Hautschichten zugleich die Färbungen enthalten. Beim Igel z. B. sieht man in der Haut des Rückens Pigment im Rete und darunter in dem Corium. Ob sich die starken blauen und rothen Färbungen der Gesichts- und Gesässschwielen mancher Paviane im Rete oder in der Lederhaut finden, konnte ich noch nicht untersuchen. Die gelegentlichen Angaben der Autoren lauten darüber verschieden. Nach Gustav Carus ist der Sitz der Färbung im „Schleimnetz", bei Anderen ist das Bindegewebe der Lederhaut genannt.

Bezüglich der Cetaceen erfahren wir durh Cuvier, dass ihre Oberhaut immer mit einer schleimigen, etwas öligen Feuchtigkeit bedeckt sei, wodurch die Haut dieser Thiere gegen das Weichwerden im Wasser geschützt wird. Man darf sich nun nicht etwa vorstellen, die Zellen der Epidermis seien in ungewöhnlichem Grade mit Fettkügelchen erfüllt, im Gegentheil, ich sehe in der Hornschicht von *Balaena mysticetus* und von *Delphinus phocaena* gar keinen fetttropfigen Zelleninhalt und in der Schleimschicht nur einzelne Kügelchen, die sich jedoch gegen die Cutis hin etwas mehren, immerhin jedoch so spärlich sind, dass sie für unsere Frage kaum in Betracht kommen. Es muss vielmehr hervorgehoben werden, dass die ganze Epidermis bei den Cetaceen in diffuser Art von einem gelblichen Fett durchdrungen ist, welches auch, worauf ich noch einmal zurückkommen werde, in der Lederhaut die Bindegewebsbalken ebenso diffus gelb färbt, wie die Zellen der Epidermis (Hornschicht).

Epidermis des Wallfisches.

Die Oberhaut der beiden von mir untersuchten Cetaceenarten giebt noch zu folgenden Bemerkungen Anlass. Die Oberhaut ist bei dieser Thiergruppe bekanntlich von ungewöhnlicher Dicke, was aber fast ausschliesslich auf Rechnung des so sehr entwickelten Rete Malpighii kommt, denn die Hornschicht der Oberhaut ist verhältnissmässig gar nicht dick, ja könnte eher dünn genannt werden.[1]) Die braunkörniges Pigment enthaltenden Zellen des Rete zeigen mir beim Wallfisch auffallend dicke Membranen, was den feinen Hautschnitten ein eigenthümliches Aussehen verleiht, indem jede der braunen Zellen von einem breiten, hellen Saum umzogen wird. Betrachtet man endlich die freie Fläche der Hornschicht vom Wallfisch, so unterscheidet das unbewaffnete Auge kleine scharf abgegrenzte Flecken, die mikroskopisch angesehen sich als besonders geartete Epidermispartien kund geben, indem sie von den gewöhnlichen Epidermiszellen genau umschriebene Haufen eigenthümlicher rundlicher, mit concentrischen Ringen versehener Zellen darstellen. So viel ich gesehen habe, entsprechen diese Flecken den Stellen, wo die Spitzen der Lederhautpapillen liegen, und ich würde vielleicht eine gewisse Aehnlichkeit mit den von mir bei den Fischen aufgefundenen „becherförmigen Organen" vermuthen, wenn ich eine Spur von Nerven in den Papillen hätte erblicken können, was aber nicht der Fall ist; auch wäre ich durchaus nicht im Stande, den Vergleich sonst weiter zu begründen. Da man etwa die Räume der Oberhaut, in welchen die fadenförmigen Papillen der Lederhaut liegen, mit dem,

---

1) Schon Martens (1675) nennt die Oberhaut des Wallfisches dünn wie Pergament und zu nicht viel zu brauchen, scheint aber das darunter liegende „daumesdicke„ Rete Malpighii für die Lederhaut zu halten, da er sagt, sie sei als Lederhaut unbrauchbar, weil sie getrocknet so brüchig wird, wie ein Pilz. Scoresby hingegen, ein späterer „Grönlandsfahrer", unterscheidet ganz genau die dünne Oberhaut, darunter eine 3/4 Zoll dicke Schleimhaut und dann erst komme die echte weisse und zähe Lederhaut.

was ich meine, verwechseln könnte, so glaube ich noch einmal bemerken zu müssen, dass, was ich vorhin beschrieb, nicht Hohlräume sind, sondern solide Zellenmassen, welche die Lage der in der Tiefe verborgenen Papillen auf der freien Fläche der Epidermis anzeigen.

Verbindung der Epidermiszellen mit der Lederhaut.

Eine Frage allgemeinerer Natur ist die, ob die untersten Epidermiszellen der Lederhaut bloss aufliegen oder in einer innigeren Beziehung zu den Gewebselementen der Cutis stehen. Aus verschiedenen neueren Untersuchungen ist hervorgegangen, dass an manchen Epithelien ein Zusammenhang zwischen den Enden der Nervenfasern und zelligen im Epithel liegenden Theilen Statt haben möge. Billroth[1]) ist noch weiter gegangen, indem er erklärt, dass in der Zunge des Frosches die mit kürzeren oder längeren Fortsätzen versehenen Zellen continuirlich in die Fasern der Papillen übergehen und glaubt, dass dies Verhalten ein constantes, auch für die menschliche Zunge geltendes sei, setzt jedoch bei, dass er bezüglich der Lederhaut vorläufig nicht zu einem bündigen Resultat gekommen. Leider befinde ich mich trotz mehrfach wiederholten Versuchs, darüber klarer zu werden, in derselben Lage. Nur das ist mir ziemlich sicher geworden, dass auf den Papillen die tiefsten, fadig ausgezogenen Zellen der Epidermis fest angewachsen sind, also nicht einfach aufsitzen. Ich habe wiederholt Präparate vor mir gehabt, namentlich von der Handfläche des *Cercopithecus sabaeus* und den Sohlenballen des Igels, Stachelschweines etc., wo die mit Kalilauge behandelten Hautschnitte durch fortgesetztes Abstreifen ihrer Epidermis so vollständig beraubt waren, dass eben nur die untersten Zellen ihnen anhingen, aber diese waren denn auch durch ihre Stiele mit der gezackten

1) Ueber Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern in der Zunge. Deutsche Klinik 1857. Nr. 21, ausführlicher und mit Abbildungen in Müller's Archiv 1858: Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, sowie über den Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe.

Oberfläche so fest verwachsen, dass sie bei Druck auf das Deckglas pendelartig hin und herschwangen, ohne sich zu lösen und nur auf gewaltsame Weise von ihrem Boden zu entfernen waren.

Relief der Oberhaut.

Die Oberfläche der Epidermis zeigt bei den Säugethieren sehr mannichfaltige Reliefverhältnisse. Ganz glatt, ohne Sculptur, scheint sie bei den Cetaceen zu sein, sonst werden haarlose Stellen, insbesondere Schnauze und Sohlenballen, an ihrer freien Fläche von Furchen durchzogen, welche, indem sie in typischer Weise verlaufen, der Oberfläche eine charakteristische Zeichnung verleihen. Man betrachte z. B. die nackte Schnauze des Rindes, wie sie in längere oder kürzere, eine regelmässige Gruppirung einhaltende Tafeln zerfällt; analoges zeigt der Schwanz des Bibers, der Ratte u. s. w., so wie über den ganzen Körper weg die fast haarlosen Schuppenthiere, Gürtelthiere und Dickhäuter. Nur an der Hohlhand der Affen, so wie an der haarlosen Stelle des Greifschwanzes sieht man jene länglichen und parallelen Linien, welche unter den Fingerspitzen auffallende symmetrische Bogen, Windungen und Spirallinien erzeugen. Ueber die behaarte Haut der Säugethiere ziehen, was man nach Entfernung der Haare durch Maceration sehen kann, ähnliche mannichfach sich kreuzende schwache Furchen weg, wie an der menschlichen Haut. Die „vieleckigen Furchen“ auf der Flughaut der Fledermäuse möchte ich nicht hierherstellen, da sie nicht von der vorgebildeten Form der Oberfläche abhängen, welche letztere vielmehr hier glatt ist, sondern von der Anordnung des elastischen Gewebes in der Lederhaut, wovon unten ein Näheres.

Kein Säugethier ganz haarlos, auch manche anscheinend kahle Stellen sind mit Haaren besetzt.

Specifisch für die Classe der Säugethiere sind die Haare, und mit gutem Grund trägt deshalb die Gruppe im Okenschen System den Namen: Haarthiere. Es giebt kein Säuge-

thier, dem durchweg und zu allen Zeiten diese Horngebilde mangeln, selbst den Cetaceen, die sich noch bei Cuvier durch den „gänzlichen Mangel" der Haare auszeichnen, fehlen sie nicht vollständig. Beim Wallfisch sitzen kurze Borsten an der Ober- und Unterlippe, die Delphine haben wenigstens im Fötuszustande an der Oberlippe einige kurze Borsten, und eine Art (*Delphinus Inia*) ist nach d'Orbigny an dem schmalen verlängerten Schnabel mit starken Haaren bedeckt.[1]) Bei *Manatus* ist die ganze obere Seite des Leibes nebst den Lippen mit kurzen zerstreuten Borsten besetzt; endlich bei *Halicore* stehen um den Mund herum starke Borsten und ebenso finden sich über die übrige Oberfläche des Körpers einzeln stehende kurze Borsten. Einen starken Bart trägt auch *Rytina* an der Oberlippe auf der Zeichnung, welche Brandt in den Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg. Tom. V., Symbolae Sirenologicae Tab. V. giebt.[2]) Gewisse Körperstellen mancher Säuger können haarlos scheinen, wie z. B. die zu einem Panzer erstarrte Rückenfläche der Gürtelthiere, der Schuppenthiere; allein zwischen den Knochentafeln und den Hornschuppen stehen doch einzelne Borsten. Auch die Flughaut der Fledermäuse ist wohl nie, obgleich es bei der ersten Besichtigung so vorkommt, „völlig nackt", im Gegentheil über die ganze Fläche weg mit allerdings sparsam stehenden Härchen besetzt. Ich untersuchte *Vespertilio murinus*, *Rhinolophus clivosus* (aus Südafrika), bei welch' letzterem die Haare der Flughaut meist zu kleinen Trupps beisammen stehen; dasselbe sehe ich bei *Nycteris thebaica*; gewöhnlich sind es fünf Haare, eins in der Mitte, die an-

1) Nouvelles Annales du Muséum d'histoire natur. Tom. III. Pl. 3.

2) Beim Dugong sollen sich auch auf der inneren Oberfläche der Wangen Borsten finden, wie solches von einer Anzahl anderer Säuger, namentlich von Nagern bekannt ist. Zu diesen kann ich auch *Hypudaeus* (*Arvicola*) *terrestris* rechnen, bei dem ich auf jeder Wangenfläche einen inselförmigen Fleck sehe, der mit steifen Haaren besetzt ist, wobei die zugehörigen Talgdrüsen so stark entwickelt sind, dass sie deutlich mit weisser Farbe durch die Schleimhaut hindurchscheinen.

deren herumgestellt; in gleicher Weise sind bei *Phyllostoma hastatum* die Haare über die ganze Flughaut verbreitet. Endlich sei auch noch als Beispiel der „feuchten, schlüpfrigen, haarlosen" Oberlippe des Rindes gedacht, bei der ich ebenfalls über die ganze Fläche weg in Abständen von 1 bis 2''' Härchen wahrnehme.

Stichelhaare als Centren für die Wollhaare.

Wenn die Haarbedeckung der Säugethiere aus zarten Wollhaaren und dickeren Stamm-, Licht- oder Stichelhaaren besteht, so findet man, dass beide durchgängig zu einander eine gewisse regelmässige Anordnung zeigen, in der Art, dass zu je einem Stammhaar eine Anzahl von Wollhaaren gehören, welche das erstere umstellen. Es vertheilen sich so über die ganze Haut die Haare büschel- oder truppweise, was ich mir von folgenden Thieren angemerkt habe. Bei *Stenops gracilis* (Haut der Brust) bestand je ein Trupp aus 4—5 Haaren; bei *Echidna hystrix* (Brustgegend) umgaben 8—9 Wollhaare ein Stammhaar; ein spärlich behaartes Stückchen Bauchhaut von *Orycteropus capensis* zeigte dennoch, dass immer zu einem Stammhaar einige Wollhaare gehörten; sehr deutlich war das Verhältniss auch bei jenen Säugethieren, deren Balg als gutes Pelzwerk geschätzt wird, z. B. *Mustela erminea, Lutra vulgaris*; hier erscheint je ein Stichelhaar von einer ganz besonders grossen Zahl von Wollhaaren umgeben. Auch beim Schnabelthier ist dasselbe Verhältniss zu sehen, wobei gelegentlich gesagt sein mag, dass Flächenschnitte durch die Haut die Ansicht dieser Haarbüschel fast noch besser geben, als Verticalschnitte. Schon Heusinger[1]) hat auf diese „merkwürdige Verbindung", in welcher die Wollhaare zu den Stammhaaren stehen, aufmerksam gemacht. Er fand sie beim Hasen, bei Ratten, beim Marder, Wiesel, Eichhörnchen, und hält ebenfalls dafür, dass sie allgemein sei. Es ist mir ferner sehr wahrscheinlich, dass diese Haarbüschel selbst wieder gewisse Linien am Körper beschreiben

1) System der Histologie Th. I. S. 189.

und nur scheinbar bunt durcheinander ohne jegliche Ordnung stehen. Es lässt sich wohl diese Bemerkung auf die Haare überhaupt ausdehnen. Bei *Pteromys volucella* z. B. sah ich an der Flatterhaut, nachdem die beiden Lamellen von einander abgezogen waren, an jeder einzelnen, dass die Haare entschieden in regelmässige Linien gestellt sind.

Pigment der Haare. Oberhäutchen.

Ueber die Beschaffenheit der Marksubstanz[1]), Rinde und Oberhäutchen habe ich mir wenig aufgezeichnet, da mein Interesse mehr gegen die Haarpapille und den Haarbalg gerichtet war, von welchen Theilen bei der Lederhaut die Rede sein wird. Nur im Hinblick auf die Farbe des Haares vom Goldmaulwurf, so wie über das Oberhäutchen mancher anderer Säuger mögen ein paar Angaben hier stehen. Der Goldmaulwurf (*Chrysochloris*) ist bekanntermaassen das einzige Säugethier, dessen Haar eine metallische, zwischen grün, braun und goldgelb spielende Färbung hat. Die Haare eines in Weingeist aufbewahrten Exemplars, welches ich untersuchte, waren sehr platt, am langen Wurzeltheil ganz hell, darauf eine Strecke weit, ähnlich wie die Mäusehaare, hell und dunkel geringelt und dann unter Verbreiterung nahm der Haarschaft den Metallglanz an. Derselbe rührt nun von demselben Pigment her, welches auch den niederen Wirbelthieren, Amphibien insbesondere, den Metallglanz giebt. Es sind Körner, welche in der zelligen Marksubstanz liegen, schmutzig gelb oder braun bei durchfallendem Licht, metallisch glänzend bei auffallendem sind, und in Kalilauge kaum angegriffen werden. Die Körnchen häufen sich nach der Spitze des Haares zu immer mehr an und sind so klein, dass man nicht bestimmen kann, ob sie eine krystallinische Form haben.[2]) —

---

1) An dem herauspräparirten Tasthaar des Hundes sehe ich im Mark eine Strecke weit eine blutähnliche Flüssigkeit.

2) Ich habe bereits anderwärts erwähnt, dass die Elemente des Metallglanzes bei Fischen und Reptilien von Moleculargrösse bis zu deutlich krystallinischen Bildungen gehen und habe noch jüngst wieder

Es wird von Reissner und Reichert[1]) angegeben, dass die Plättchen (Zellen) des Oberhäutchens vom Haar nie Pigmentkörner enthalten. Davon scheint es doch einige Ausnahmen zu geben, indem ich z. B. an den stärkeren Haaren von *Bradypus cuculliger* zweifellos sehe, dass in den Plättchen der Cuticula Pigmentkörner in ziemlicher Menge vorhanden sind. Dass die äussere Wurzelscheide eine Strecke weit bei manchen Thieren pigmentirt ist, wurde bereits oben erwähnt, und hier mag auch eingeschaltet sein, dass in der Fusssohle des Bibers die Haarwurzelscheiden gleich der Schleimschicht der Epidermis intensiv horngelb aussehen und zwar um ein erkleckliches stärker gefärbt, als die Haarsubstanz selbst. — Die Zellen des Oberhäutchens springen bekanntlich bei manchen Säugethieren (Fledermäusen z. B.) mit ihrem verschmälerten Vorderrand so vor, dass die Oberfläche des Haares höckrig und der Rand sägezähnig wird; in ganz besonders auffallendem Grade gewahre ich dies auch bei *Mustela erminea* und noch mehr bei *Lutra vulgaris*. Das Haar sieht dadurch im Kleinen aus ungefähr wie der Schwanz des Schuppenthieres im Grossen.

Eigenthümlicher Wulst der Wurzelscheiden.

Die Wurzelscheiden bieten am Haar vieler Säugethiere noch eine besondere Bildung dar, auf welche man meines Wissens bisher nicht geachtet hat. Es ist dies eine Ver-

---

ein neues Beispiel kennen gelernt. *Triton alpestris* hat auf der Rückenseite einen schiefergrauen Anflug, dessen Bestandtheile gewöhnliches dunkelkörniges Pigment und metallisch (silbrig) glänzende Partikeln sind, so klein indess, dass sie (für unsere Instrumente) noch keine Krystallform angenommen haben. Vergleichen wir dagegen damit die Elemente, aus denen der weissliche Streifen besteht, welcher den im Frühjahr verdickten Schwanz des männlichen *Triton cristatus* ziert, so sehen wir, dass die metallisch glänzenden Körper viel grösser sind und deutlich krystallinisch.

1) Reissner, Beitrag zur Kenntniss der Haare des Menschen und der Säugethiere. Dorpat 1854 und Reichert: Ueber Structur, Textur, Bildung und Wachsthum der Haare in Günsburg's Zeitschrift für klinische Medicin 1855.

dickung oder ein ringförmiger Wulst, welcher am oberen Drittel der Haarwurzel sich findet. Zuerst wurde ich an den Tasthaaren der Hausmaus (vgl. Fig. 8 d.) auf die fragliche Bildung aufmerksam, indem man wahrnimmt, wie die geradlinig aufsteigende Wurzelscheide plötzlich zu beiden Seiten mit starker Wölbung vorspringt, woran sich jedoch nur die äussere Wurzelscheide betheiligt. Aehnlich verhalten sich auch die Tasthaare des Hundes. Doch auch den gewöhnlichen Stichelhaaren kommt der Wulst zu. Ich habe denselben gesehen z. B. beim Meerschweinchen, beim Wiesel, beim Schnabelthier. Nicht selten sind an dieser Stelle die Zellen der Wurzelscheide mit dunkelkörnigem Inhalt erfüllt, so dass der Wulst im Längenschnitt gesehen, sich fast so ausnimmt, wie ein aus der Wurzelscheide hervorknospendes Talgdrüsenpaar; ich bemerke indessen dazu, dass dergleichen Haare weiter vorne an der hergebrachten Stelle immer ihre entwickelten Talgdrüsen besitzen.

Bindegewebsbalken der Lederhaut. Der Grenzsaum.

Das Corium besteht bekanntlich aus Bindegewebe, dessen Bündel sich bei den Säugethieren auf mannichfaltige filzartige Weise durchflechten und zwar, wie mir scheint, ist das Verwebt- und Verschlungensein der Bündel um so stärker, je dicker die Haut ist. Bei Säugern mit dünner Lederhaut ist diese, könnte man sagen, einfacher gewebt. Ein sehr häufig zu beobachtender Charakter der Lederhaut ist ferner, dass die Bindegewebsbündel in der Tiefe von stärkerem Durchmesser sind, als nach der freien Fläche hin, wo sie, viel dünner geworden, aber dicht durcheinander geschoben, diesem Theil der Haut ein mehr compacteres Aussehen verleihen, was sich denn soweit steigert, dass an feinen Schnitten von frisch getrockneter und wieder erweichter Haut ein homogener Grenzsaum gesehen wird. Rollett[1]), welcher die gegerbte

1) Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes in d. Sitzber. d. math. naturw. Klasse d. Wiener Akademie 1858 (Bd. XXX., No. 13.).

Lederhaut studirt hat, kommt indessen zu dem Resultate, dass auch dieser scharfe Rand aus innig durchflochtenen faserigen Elementen besteht, welche als die auseinander gegangenen Fortsetzungen und Enden der in der Tiefe liegenden breiten Bündel zu betrachten sind. An feinen Durchschnitten der Haut verschiedener Säuger z. B. *Dicotyles torquatus*, *Bradypus cuculliger*, *Cercopithecus sabaeus* bemerke ich, wie früher am freien Rand, dieselbe gezähnelte Beschaffenheit, wie sie zuerst Meissner an der menschlichen Haut beschrieben hat. Die Zähne scheinen mir feine Falten oder secundäre Erhebungen zu sein, welche über die ganze freie Fläche der Lederhaut hinweggehen und je ein Zahn ist, im geweblichen Sinne aufgefasst, gleich dem Querschnitt eines der kleinsten „Fasersegmente", wie man sie bei Rollett[1]) an der Oberfläche der Haut dargestellt sieht. In den Spalten oder Lücken dazwischen, welche dem vorhin Bemerkten zufolge die Aequivalente der Bindegewebskörperchen vorstellen, wurzeln die fadigen Enden der untersten Epidermiszellen, und obschon man aus theoretischen Gründen die Ansicht Billroth's, dass die tiefen Epithelialzellen und die faserigen Ausläufer der Bindegewebszellen in continuirlichem Zusammenhang stehen, für eine sehr wahrscheinliche halten muss, so ist es mir, was schon oben angedeutet wurde, bis jetzt noch nicht an der Lederhaut gelungen, dies Continuitätsverhältniss factisch zu sehen.

In der sehr dicken Lederhaut der Pachydermen macht man auch die, wie mir dünkt, nicht ganz unwichtige Wahrnehmung, dass die Bindegewebsbündel nicht alle den gleichen Consistenzgrad haben, indem einzelne um vieles härter sind als die anderen und schon durch ihre Farbe dies ankündigen. So fällt mir an einem schon lange Zeit in Weingeist liegenden Stück Gesichtshaut von *Hippopotamus amphibius* auf, dass man auf dem senkrechten Schnitt mit freiem Auge an den mannichfach durchflochtenen Bündeln solche von hornbrauner Farbe und der Festigkeit der Knorpels unter-

1) A. a. O. Tab. I. 43 bei a.

scheidet und andere, die durchaus weissgrau geblieben sind, was offenbar auf eine innere Verschiedenheit in der Natur dieser Bündel hindeutet. — Das Rhinoceros hat wahrscheinlich unter den Säugern und eigentlich allen Thieren die dickste Lederhaut und letztere ist dabei so fest, dass bekanntlich Spazierstöcke, Peitschen und Schilder daraus geschnitten werden. Auch in histologischer Hinsicht ist sie nicht uninteressant. Meine Untersuchung erstreckt sich zwar nur auf ein kleines Stück vom Seitentheil des Kopfes, welches mir Herr Professor Kraus in Stuttgart schenkte; aber alle feinen Scheiben, welche ich davon abtrug und mit Wasser erweichte, sahen dem Flächenschnitt einer colossalen Sehne viel ähnlicher, als einer fibrösen Haut. Gleichwie nämlich auf dem Querschnitt der Sehnen eine scharfe Abgrenzung oder Zerfällung des Bindegewebes in primäre, secundäre u. s. w. Bündel sichtbar ist, so zeigt sich hier am Hautschnitt vom Rhinoceros wie die kleinsten Bündel zu neuen Einheiten vereinigt werden, diese wieder zu einem grösseren Ganzen und so fort zusammengehalten sind, so dass nach Zusatz von Kalilauge man auf dem Querschnitt der Bündel eine grosse Anzahl von engeren und weiteren umschliessenden Ringen sieht, wovon die kleinsten ungefähr den Durchmesser der glatten Muskelfasern haben. Ich kenne bisher kein anderes Corium, bei dem die histologische Verwandtschaft mit dem Sehnengewebe so ausgeprägt wäre, wie bei genanntem Thier, und leite die eigenthümliche Festigkeit von dieser Gewebsanordnung ab. Nur insofern waltet ein bedeutender Unterschied ob, dass bei den Sehnen ein lockeres Bindegewebe in's Innere dringend, die grösseren Abtheilungen der festen Bindesubstanz umschliesst, während hier an der Lederhaut diese Rolle gleichfalls solchen Zügen von derbem Bindegewebe, aber nach anderer Richtung verlaufend, übertragen ist.

Elastisches Gewebe der Lederhaut.

Sehr häufig durchziehen elastische Fasern die Lederhaut der Säuger und vereinigen sich auch wohl stellenweise zu

grösseren Zügen. Im Corium der Extremitäten einer *Hystrix cristata* sehe ich die elastischen Fasern an der unteren Fläche zu einer besonderen Schicht angehäuft, obwohl auch zwischen den hier wenig durchkreuzten, sondern mehr in einer und derselben Richtung verlaufenden Bindegewebsbündeln einzelne elastische Fasern hervortreten. Ganz ungewöhnlich reich an elastischen Elementen erscheint die Flughaut der Fledermäuse, wobei denn insbesondere die Anordnung der Fasern bemerkenswerth ist. Betrachtet man mit freiem Auge und gegen das Licht gehalten die ausgespannte Flughaut dieser Thiere, so erblickt man ausser stärkeren, zum Theil unter sich parallelen, zum Theil sich durchkreuzenden Strichen noch ein feines Gitterwerk.[1]) Letzteres rührt fast ausschliesslich von einem weitmaschigen elastischen Netzwerk her, während sich an der Bildung der ersteren auch die Züge des Hautmuskels und die Stämme der Gefässe und Nerven betheiligen. Jeder Strich des feinen Gitterwerkes besteht mikroskopisch aus einer Menge dicht zusammengedrängter elastischer Fasern, mit anderen Worten aus elastischen Bändern; und bei geringer Vergrösserung hat es den Anschein, als ob dieses System elastischer Bänder eine solche Selbstständigkeit durch die Flughaut bewahre, dass vom Rande der Ligamente keine der elastischen Fasern sich zwischen die Bindegewebsbündel erstrecke. Allein hat man die sehr pigmenthaltige Epidermis entfernt und Kalilauge angewendet, so lässt sich bei starker Vergrösserung doch wahrnehmen, dass vom Rande der elastischen Bänder, ohne dass diese dadurch an Dicke abnähmen, sich sehr feine Fasern ablösen und zwar in solcher Anzahl, dass das elastische Ligament einen fein gefiederten Rand erhält. Es bedarf keines besonderen Hinweises, dass jenes eigenthümliche fein gefältelte Aussehen, welches wir an der nicht ausgespannten Flughaut erblicken,

1) Das Netzwerk im Fledermausflügel ist begreiflicherweise auch auf den besten Abbildungen nie bis in's Einzelste getreu wiedergegeben, um so mehr musste deshalb dieses Object für den „Naturselbstdruck“ würdig befunden werden. Vergl. Auer, Naturselbstdruck Taf. XII. in d. Denkschrift d. Akad. d. Wiss. in Wien 1853.

von der Anwesenheit und Gruppirung dieses Netzes elastischer Bänder bedingt wird und ebenso ist dasselbe auch die Ursache, dass jedes abgeschnittene Stückchen der Flughaut augenblicklich stark zusammenschnellt, sowie auch, dass am todten Thier die Flughaut im zusammengefalteten Zustand verharrt.

Ich habe die nicht ungegründete Vermuthung, dass besagtes Netzwerk elastischer Bänder von manchem Beobachter für ein Nervennetz gehalten wurde Bezüglich Cuvier's ist mir das so ziemlich gewiss und zwar deshalb, weil er des elastischen Netzwerkes nicht gedenkt und doch von den Nerven der Flughaut sagt, dass sie sehr zahlreich seien und mannichfach verästelt. „Sie bilden ein wegen seiner Feinheit und der Menge seiner Anastomosen bewundernswürdiges Netz." Um mein Misstrauen bezüglich dieser Angabe zu verstehen, bitte ich zu erwägen, dass die Nerven der Flughaut kaum zahlreicher sind, als in der übrigen Haut, ferner in den feineren Stämmchen, die hier in Betracht kommen können, so blass, dass sie keineswegs in dem Grade in die Augen springen, als die dunklen elastischen Netzzüge, und von Cuvier, der, soviel mir bekannt, wenig mit dem Mikroskop arbeitete, auch kaum bemerkt wurden; es passt vielmehr, was derselbe über die Feinheit und bewundernswerthe Menge der Nervenanastomosen sagt, durchaus auf die elastischen Netze, aber nicht im mindesten auf die nur in einzelnen Stämmchen sich über die Flughaut verbreitenden Nerven. Ich glaube, dass Jeder, welcher den Gegenstand nachprüft, das gleiche Urtheil sprechen wird, und die allerwärts zu findende Angabe von dem grossen Nervenreichthum in der Flughaut der Fledermäuse dürfte hiernach künftig weniger zu betonen sein, wobei ich indessen noch zugestehen will, dass die elastischen Bänder durch ihr dunkles Aussehen, sowie dadurch, dass ihre Elemente in dichter, gestreckter Weise hinziehen, den ersten Blick leicht irre leiten und den Eindruck von Nerven machen können. Hat man jedoch die Epidermis entfernt und durch Reagentien die Haut heller gemacht, so sind die elastischen Bänder, die Nerven und die Züge des Hautmus-

kels, von denen gleich nachher die Rede sein soll, alle wohl von einander zu unterscheiden. Untersucht habe ich auf den besagten Punkt *Vespertilio murinus*, *Rhinolophus clivosus*, *Nycteris thebaica* und *Phyllostoma hastatum*.

Muskeln der Lederhaut.

Was die contractilen Elemente oder Muskeln in der Haut der Säugethiere angeht, so sind dieselben in der Regel quergestreifter Art und nur in selteneren Fällen gesellen sich dazu auch solche, welche den einfachen oder glatten Muskeln angehören. Eigentlich liegen zwar immer die bei verschiedenen Säugern so sehr entwickelten Partien des Hautmuskels unterhalb der Lederhaut und öfter ziehen sich sogar noch die Fetttränbchen des Panniculus adiposus zwischen beiden hin; aber an einzelnen Körpergegenden und wahrscheinlich stets da, wo sich die Muskeln ansetzen und von wo sie kommen, treten die quergestreiften Bündel in die Substanz der Lederhaut hinein und mit feinen Ausläufern hart bis an die Grenzschicht dieses Organs. Eine solche Gegend ist z. B. die Schnauze. Oefters ziehen auch auf weite Strecken einzelne Bündel oder Gruppen von Bündeln innerhalb der Lederhaut nach der Fläche derselben, wie ich dies z. B. von einem Hautstück des *Dicotyles torquatus* und *Ornithorhynchus paradoxus* sehe, ohne dass ich genau die Körpergegend bezeichnen könnte, welcher das Hautstück entnommen ist.

Von Interesse war mir zu sehen, wie die dünne Flughaut der Fledermäuse von einem System quergestreifter Muskeln durchzogen erscheint, welche ihr zum Theil ganz eigenthümlich sind, d. h. innerhalb der Haut entspringen und da endigen. Bei den oben genannten von mir untersuchten Fledermäusen ist die Anordnung dieser Musculatur in dem Theil der Flughaut, welcher sich zwischen der vorderen und hinteren Extremität ausspannt, so ziemlich dieselbe und kann in ihren Hauptzügen mit freiem Auge verfolgt werden, namentlich schön bei *Phyllostoma hastatum*, denn hier sind in der ohnehin dickeren Flughaut die Muskeln so stark, dass

sie an der unteren Fläche der Haut als Leisten beträchtlich vorspringen. Die Muskeln ziehen zum Theil von der Seite des Körpers weg in die Flughaut hinein, die Mehrzahl der Quer- und Längszüge aber hat Ursprung und Ende in der Flughaut, was man z. B. mit freiem Auge gut an jenen unter sich parallelen, die Flughaut in der Längsachse des Körpers durchsetzenden Streifen sieht, die als feine Striche inmitten der Haut beginnend, im weiteren Lauf anschwellen, dann mit verjüngtem Ende wieder in der Haut auslaufen. Bei *Vespertilio* gehen in der Flughaut zwischen der hinteren Extremität und dem Schwanz die Muskeln quer, und noch im freien, geschweiften Rande ist ein solcher Muskelzug wahrnehmbar. Hingegen bei *Phyllostoma* stellen sie an diesem Ort ein fast continuirliches Längsstratum dar. Die Wirkung der Muskeln besteht darin, dass sie die Flughaut rasch zusammenlegen, worin sie von dem elastischen Gitterwerk, dessen Zweck eben dahin abzielt, unterstützt werden; und an der zuletzt genannten Partie der Flughaut (ich sehe solches bei *Vespertilio murinus*), sowie z. B. auch an den starken unterhalb des Oberarmes herabziehenden Muskeln, läuft zugleich mit dem Muskel, gewissermaassen in seinem Inneren ein elastisches Band. Das mikroskopische Bild ist dann so, dass in der Achse eines aus vielleicht 30—50 Primitivbündeln zusammengesetzten Muskels ein dunkler scharf conturirter Streif — das elastische Band — sich zeigt. Die Dicke des elastischen Bandes steht mit der Dicke des Muskels in geradem Verhältniss. — Die unten näher zu beschreibenden Hautdrüsen sammt Haaren sitzen immer auf den musculösen oder elastischen Streifen, niemals in den freien Zwischenräumen.

Zum Vergleich mit der Flughaut der Fledermäuse habe ich auch die Flatterhaut des fliegenden Eichhorns (*Pteromys volucella*) mikroskopirt; obwohl, da ich das in Weingeist aufbewahrte Thier schonen wollte, nicht in dem Umfange, als es mir wünschenswerth erschienen wäre; aber doch sah ich soviel, dass hier die Flatterhaut auch im histologischen Sinne nicht die specifische Beschaffenheit darbietet, wie die Flughaut der Fledermäuse, sondern die Charaktere einer ge-

wöhnlichen Hautfalte, durch welche sich ein Hautmuskel hinzieht, besitzt. Oben und unten dicht behaart, schlängeln sich durch ihr bindegewebiges Gerüst einzelne elastische Fasern, ohne Ordnung und in nicht grösserer Menge, als sie sich fast überall in der Lederhaut finden. Die Bündel des (quergestreiften) Hautmuskels laufen, insoweit ich nach dem mir vorliegenden zollgrossen Stück urtheilen darf, einfach nebeneinander in schräger Richtung von vorne nach hinten, und wie man beim Versuche, die Lamellen der in Kalilauge gelegenen Hautfalte von einander zu trennen, sieht, so haften die Muskelbündel inniger der unteren Lamelle an, als der oberen. Fettzellen ziehen in continuirlicher Lage durch die Falte fort, wobei ich im Hinblick auf die Fledermäuse auch noch bemerken möchte, dass dort die Flughaut bloss an ihrer Wurzel fettreich ist, in ihrer übrigen Ausdehnung aber nur da und dort Gruppen von Fettzellen aufzeigt.

Glatte Hautmuskeln sah ich bei meinen früheren Nachforschungen mit Sicherheit nur als Fleischhaut des Hodensackes und als Muskellage jener Hautdrüsen, welche als umgewandelte Schweissdrüsen anzusehen sind. Gegenwärtig bin ich im Stande hinzuzufügen, dass auch in der Haut des Igels und des Stachelschweines eine mächtige glatte Musculatur vorhanden ist, die mit den Stacheln in näherer Beziehung steht und eben deshalb erst unten, wo von der Einpflanzung derselben in die Lederhaut die Sprache sein wird, erörtert werden soll.

Pulsirende Hautvenen der Fledermäuse.

Ich komme noch einmal auf die Flughaut der Fledermäuse zurück, indem ich der schönen Entdeckung gedenke, welche Wharton Jones an den Blutgefässen dieses Theiles gemacht hat.[1]) Er fand, dass die Venen eine rhythmische Contraction haben und dass auch in Uebereinstimmung da-

1) Discovery that the Veins of the Bat's Wing (which are furnished with valves) are endowed with rhythmical contractility, and that the onward flow of blood is accelerated by each contraction. By T. Wharton Jones. Philosoph. Transact. 1852 p. 131.

mit die Muskelfasern der Venen von anderem Baue seien, als in den Arterien. Ich habe nun zwar bis jetzt aus Mangel an lebenden Thieren die Pulsation der Venen noch nicht selbst gesehen, kann aber die Angaben des genannten Forschers hinsichtlich der verschiedenen Beschaffenheit der Muskeln an den Venen und Arterien nach Untersuchung von Weingeistexemplaren vollkommen bestätigen. Ich finde, dass die Muskeln der Arterien im Verhältniss zu denen der Venen schmäler sind, ferner heller aber schärfer gerandet, und dass die Muskellage im ganzen dicker ist, als bei den Venen. Die Muskeln der letzteren sind breiter, haben blassere Linien, sind granulirt und zeigen unverkennbare Spuren von Querstreifung. Die Muskelcylinder bilden nur eine einzige Schicht, sind im Allgemeinen zwar circulär angeordnet, aber bei genauerem Zusehen ziehen sie geflechtartig um die Intima des Gefässes herum. Es nähern sich somit die Muskeln der mit rhythmischer Contraction begabten Venen, wie das auch Wharton Jones andeutet, in ihrer feineren Beschaffenheit den contractilen Elementen der Blut- und Lymphherzen.

Papillen der Lederhaut.

Die freie Fläche der Lederhaut erhebt sich bei Säugethieren in bestimmten Körpergegenden sehr allgemein in Papillen, d. h. in kürzere oder längere Hervorragungen von warzenförmiger oder fadenartiger Gestalt, auch wohl in Erhöhungen von Plattform. Fast als Regel ist anzusehen, dass kahle Körpergegenden einen starken Papillarkörper haben, während an behaarten Stellen die Oberfläche der Lederhaut nur leichtwellige Linien zeigt. Zur Bestätigung des Gesagten mögen folgende Einzelheiten dienen. An dem Handteller des *Cercopithecus sabaeus* sind die Papillen in Grösse und Form durchaus den menschlichen ähnlich, auch ist ihre Anordnung zu eigenthümlichen Leisten, die sich in den Linien der Oberhaut wiederspiegeln, wie beim Menschen. In den Papillen sah ich (es handelt sich um ein Weingeistexemplar) nur die Contouren der Gefässschlingen mit Sicherheit, hingegen von Tastkörperchen wollte sich keine be-

stimmte Andeutung zeigen. Bei den Fleischfressern sind die Papillen an den Sohlenballen und der Nasenkuppe sehr entwickelt, so namentlich, worauf schon Gurlt[1]) aufmerksam gemacht hat, in den Sohlenballen des Hundes und der Katze, doch entsprechen hier, genau genommen, die grossen kegelförmigen Hervorragungen, welche sich an der Oberhaut abzeichnen, den Leisten in der Hand- und Fussfläche des Menschen und der Affen und erst die nochmals von der Oberfläche der Kegel sich erhebenden Papillen stehen mit den Papillen des Handtellers und der Fussohle des Menschen auf einer Linie.[2]) Auch an der Nasenkuppe des Eisbären ist, wie ich bemerke, die freie Fläche der Haut durch einen starken Papillarkörper warzig zerklüftet. Lange, im Epithel vergrabene Papillen sehe ich ferner an der Lippe des Pferdes: alle Papillen, welche ich zur Ansicht hatte, enthielten nur Gefässe und elastische Fasern, keine Spur von Nerven. Ganz ähnlich in Form, Länge und Inhalt waren sie an der nackten Schnauze des Rindes; auch konnte man sich hier leicht überzeugen, wie sie nach dem behaarten Rande hin rasch an Länge abnahmen, um auf der behaarten Haut weiterhin so sich abzuflachen, dass man auch sagen könnte, sie seien ganz verschwunden. Die Papillen stehen an der nackten Schnauze auf niedrigen tafelförmigen Hervorragungen, welche ich den grossen Kegeln in den Sohlenballen vom Hund und der Katze gleichstelle, und welche dann auch die schon oben (siehe Oberhaut) berührte getäfelte Zeichnung der Oberfläche hervorrufen, und im Anschluss hieran mag auch gleich bemerkt werden, dass die plattenartigen Erhebungen des Coriums der Gürtelthiere unter denselben Gesichtspunkt, auch wenn sie verkalkt sind, gebracht werden müssen.

Von eigentlichen Pachydermen konnte ich ein Stückchen aus der Gesichtshaut des *Hippopotamus amphibius* und vom

1) Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haus-Säugethiere in Müller's Archiv 1835 S. 408.

2) Wohl immer sitzen auf den Höckern der Sohlenballen erst noch die mikroskopischen Papillen, selbst noch bei den kleinsten Säugern. Ich sehe es unter anderen so z. B. bei *Sorex tetragonurus*.

Anfang der Halsgegend des *Rhinoceros* (Spec. ?) untersuchen. Die nur sehr spärlich behaarte, fast kahle Haut dieser Thiere scheint überall einen starken Papillarkörper zu haben. Beim Nilpferd waren an bezeichneter Gegend die Papillen lang und schmal, beim Rhinoceros[1]) besassen sie eine breite Basis und waren nach oben mehr spitzig. Bei beiden konnte ich nur Blutgefässe in den Papillen wahrnehmen, von Nerven waren auch nicht die geringsten Spuren aufzufinden.

Das Meerschweinchen (*Cavia cobaya*) zeigt hohe Papillen in den Zehenballen, aber wieder nur gefässhaltige. An der behaarten, und zwischen den Haaren mit reichem Nervennetz ausgestatteten Haut der Nase hat ein Hautschnitt anstatt der Papillen einen welligen Rand.

Auf der haarlosen, durch einen Hyalinknorpel gestützten Lippe des Schnabelthieres sind die Papillen ziemlich lang, doch kürzer als am Schnabel der *Echidna*. Da die Papillen der Schnabelhaut mancher Wasservögel Pacini'sche Körper besitzen, so könnte man vermuthen, dass das Schnabelthier an gleichem Orte an den peripherischen Enden der so zahlreichen und starken Schnabelnerven dergleichen Organe besitzen möchte. Allein es ist mir nicht geglückt, etwas von den fraglichen Bildungen zu sehen.

Das Corium der Fussohle geht auch bei *Echidna* in stattliche, wenngleich schmale Papillen aus, während die behaarte und bestachelte Haut nur die gewöhnlichen niedrigen Erhöhungen zeigt.

Am längsten erscheinen die schon mehrfach untersuchten Hautpapillen der Cetaceen. Sie sind bereits von dem russischen Feldarzt Steller an der von ihm entdeckten und genau zergliederten Seekuh (*Rhytina*) bemerkt worden, zu einer Zeit, in welcher noch kein Autor dem Hautorgan der

1) Ausnehmend lange Papillen müssen beim Rhinoceros von der Lederhaut in's Horn der Nase aufsteigen. Denn obschon ich keine Beobachtungen hierüber angestellt, sondern bloss das trockne Horn eines *Rhinoceros indicus* an seiner Basilarfläche besehen habe, so ist doch anzunehmen, dass das hier beginnende Canalsystem nur zur Aufnahme der das Horn ernährenden Fortsätze der Lederhaut dienen kann.

Cetaceen seine Aufmerksamkeit zugewendet hatte. Nach ihm besteht die „wie eine dicke Schale den ganzen Leib umgebende Oberhaut aus lauter Röhrchen, wie ein spanisches Rohr, dicht an einander und senkrecht, so dass sie leicht von einander getrennt werden können. Jedes Röhrchen ist gleichsam ein Haar, das mit einer knolligen Zwiebel in der wahren Haut steckt, welche deshalb voll Grübchen ist, wie ein Fingerhut.“ Auch der Wallfisch habe eine solche Oberhaut, obschon die Autoren nichts davon sagen. Scoresby, welcher wahrscheinlich der erste ist, welcher nach Steller die Haut eines Cetaceums näher untersuchte und wie bereits oben erwähnt beim Wallfisch die einzelnen Lagen richtig unterschieden hatte, lässt das Rete ebenfalls „aus senkrechten Fasern“ bestehen, und endlich auch Heusinger vergleicht bei *Balaena mysticetus* die Papillen den Haaren. Er sagt: „die Lederhaut ist äusserst dünn oder fehlt ganz; dagegen findet sich eine mehr als zolldicke Schicht, die aus parallelen, dicht mit einander verklebten und verwachsenen Fasern besteht, zu unterst, wo sie auf dem Fette standen, sind diese Fasern am dicksten, nach oben werden sie dünn und sind schwer von einander zu trennen, bis sie endlich in eine mehr blätterigte als faserigte, feste und hornartige homogene, ein paar Linien dicke Schicht verschmelzen, die dann noch mit einer dünnen, aber ihr ähnlichen Oberhautschicht bedeckt ist. Auf dem Längsdurchschnitte gleicht die Faserschicht sehr dem Längsdurchschnitt des Hufkranzes. Auf dem Querdurchschnitte sieht man aber bald, schon mit einer einfachen Lupe, dass die Fasern, besonders nach unten, ganz hohle Röhren sind; also kann man wohl sagen, dieses Schwielengebilde bestehe aus verwachsenen Haaren, die nur unter der Oberhaut liegen geblieben sind, die Oberhaut nicht durchbrochen haben.“ Man sieht, wie nahe Heusinger der richtigen Anschauung war, indem er den Vergleich mit dem Hufkranz macht, letzteren aber wieder aufgiebt bei Betrachtung des Querschnittes, wozu sich indessen leicht die Erklärung findet, wenn man bedenkt, dass unser Forscher wahrscheinlich ein trockenes Hautstück vor sich hatte, an dessen

Querschnitten die zusammengeschrumpften Reste der Hautpapillen aus den Räumen der Oberhaut herausgefallen oder unkenntlich waren, und selbst an einem Weingeistpräparate kann bei der geringen Vergrösserung, wie sie Heusinger (vergl. a. a. O. Taf. II. Fig. 6) anwandte, eine solche irrige Deutung sich einschleichen. Zu der von Vielen gehegten Ansicht, dass die Papillen Fasern seien, welche das Rete zusammensetzen, mag auch der Umstand beigetragen haben, dass selbst die Epidermiszellen zwischen den Papillen fadig aneinander gereiht sind, so dass eine faserige Structur jedem Beobachter als die erste auffällige Eigenschaft der Oberhaut erscheinen muss. Doch hatte bereits, was Heusinger nicht zu kennen schien, im vorigen Jahrhundert John Hunter[1]) eine Beobachtung gemacht, welche auf eine andere Ansicht hätte führen können, indem er mittheilt, dass die in dem Malpighi'schen Netz zahllos vorhandenen Flocken oder Zotten mit Blutgefässen versehen sind. Diese Thatsache fand zuerst ihre Bestätigung durch Rapp, welcher ebenfalls nicht bloss klar aussprach, dass die fadenförmigen Gebilde weiche Verlängerungen der Lederhaut seien, sondern auch bei einem wahrscheinlich frisch zergliederten *Delphinus phocaena* fand, dass die fadigen Verlängerungen „von Blut geröthet" seien. „Schon mit blossem Auge erkannte man die rothen Fäden, noch viel deutlicher aber durch Hülfe der Lupe." Wenn er dann beifügt, dass die Untersuchung an der Haut des Bauches angestellt werden müsse, weil in dem dort vollkommen weissen Malpighi'schen Netz auf einer mit einem scharfen Messer gemachten Durchschnittsfläche die rothen Fäden sehr leicht sichtbar sind, so erlaube ich mir darauf aufmerksam zu machen, dass man auch an den einigermaassen frei ge-

1) Observations on the Structure and Oeconomy of Whales. Philos. Transact. 1787 p. 895. „The cutis in this tribe is extremely villous on its external surface, answering to the rough surface of the cuticle, and forming in some parts small ridges, similar to those on the human fingers and toes. These villi are soft and pliable; they float in water; and each is longer or shorter according to the size of the animal . . .; in all, they are extremely vascular.

legten und mit Kalilauge behandelten Papillen von beliebigen Hautstücken, welche selbst schon geraume Zeit in Weingeist gelegen haben mögen, die Blutgefässe nicht unschwer zu erkennen vermag, vorausgesetzt natürlich, dass man weiss, wie Blutgefässe unter diesen Verhältnissen sich ausnehmen. Ich habe schon früher an *Balaena longimana* die Hautpapillen untersucht und nie Nerven in denselben angetroffen, und auch jetzt, wo ich Hautstücke von *Balaena mysticetus* und *Delphinus phocaena* anzusehen in der Lage bin, mache ich dieselbe Beobachtung: die Papillen sind nur gefässhaltig, es steigt kein Nervenfaden in sie auf. Cuvier hatte bei den Delphinen (*Delphinus delphis* und *Delphinus phocaena*) die Papillen vermisst, es geht aber aus dem Obigen hervor, dass sie auch hier nicht fehlen. Macht man mit einem scharfen Messer einen senkrechten Schnitt z. B. durch die stark dunkel pigmentirte Rückenhaut des *Delphinus phocaena*, so gewahrt das freie Auge die Papillen deutlich als helle im dunklen Rete aufsteigende Streifen.

Die physiologische Bedeutung der Papillen der Lederhaut ist wohl nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse anders aufzufassen, als es früher geschehen ist. Man hielt das Corpus papillare für die letzten Endigungen der Hautnerven und nannte die Papillen eben deshalb auch die Nervenwärzchen. Diese Bezeichnung ist ganz unpassend, da bei Säugethieren nur in seltenen Fällen in die Papillen der Lederhaut Nerven aufsteigen, ja mit Ausnahme jener Papillen, welche beim Menschen die Tastkörperchen in sich bergen, bin ich eigentlich bei keinem Säugethier bis jetzt auf Papillen der äusseren Bedeckungen gestossen, welche nervenhaltig gewesen wären, ich sah im Gegentheil immer nur Blutgefässe in denselben. Dies kann uns denn auch bestimmen anzunehmen, dass die Papillen in nächster Beziehung zu der Ernährung der Oberhaut stehen. Der immer gefässlosen Epidermis wird nur von der Lederhaut her die Ernährungsflüssigkeit zugeführt, und es ist einleuchtend, dass bei einer gewissen Dicke der Epidermis die Durchdringung der vielen Zellen mit dem Nahrungssaft nur langsam vor

[illegible] Balken [illegible] Lederhaut [illegible] wird, [illegible], wenn die [illegible] Papillen [illegible] die [illegible] werden. [illegible] Durchmusterung der [illegible] die Frage [illegible] sahen wir auch [illegible] der Cutis [illegible]. Die [illegible] des Papillarkörpers [illegible] mit.

Fettkörper der Lederhaut.

Die Lederhaut wird auch innen, wo sie sich mit anderen Theilen verbindet, weicher, indem ihre Bindegewebsbalken von grösseren und kleineren Hohlräumen durchbrochen wird. In diesen Lücken liegen Ansammlungen von Fettzellen, deren Menge nach den verschiedenen Arten bald grösser, bald geringer ist. Unter den Landsäugethieren kann beim Schwein die mächtigste Fettlage unter der Haut sich bilden, doch wird dieses Thier noch weit übertroffen von den Cetaceen, bei welchen die Lederhaut fast nach ihrer ganzen Dicke in Fettkörper (Panniculus adiposus) umgewandelt erscheint, so dass eine nur verhältnissmässig schmale Zone zunächst des Papillarkörpers frei von Fettzellen ist. Aber wenngleich an bezeichneter Stelle Fettträubchen mangeln, so ist doch auch dort die Lederhaut von diffusem Fett durchdrungen, welches das Bindegewebe hier, wie die Balken zwischen den Massen der Fettzellen gelb färbt. Legt man ein Stückchen einer solchen thranigen Haut in Glycerin, so nehmen die Fettzellen bald eine überraschende Aehnlichkeit mit dem Zellgewebe der Pflanzen an. Die Wand der Zellen hat einen ziemlichen Dickendurchmesser.

Hautknochen der Gürtelthiere.

Bei den Gürtelthieren wandelt sich ein Theil der Haut durch Verkalkung zu Knochenplatten um. Manche Schriftsteller hatten in früherer Zeit die Panzerstücke der Gürtelthiere zum „Horngewebe" gestellt, so z. B. Heusinger, obschon doch eigentlich die Mittheilungen Daubenton's den

richtigen Platz, welchen fragliche Bildungen im histologischen System einzunehmen haben, andeuten. Dieser sagt: „Wenn man diese Schale im Feuer verkalken lässt, so lösen sich alle Stücke von selbst ab, werden klingend und weiss. Da ich einige zerbrach, so nahm ich inwendig wahr, dass ein Theil von ihnen fest und dicht, und der andere fächricht und schwammähnlich war, wie ein Knochen, z. B. das Stirnbein eines Kaninchens, welches ich mit hatte verkalken lassen." Später erklärte Blainville geradezu die Panzerstücke der Gürtelthiere für „verknöcherte Lederhaut" und neuerdings haben fast gleichzeitig H. Meyer [1]) und Alessandrini [2]) genauere Untersuchungen über diese Theile angestellt. Ich habe Panzerstücke mikroskopirt, nachdem sie zuvor in verdünnter Salzsäure gelegen hatten; man sieht an dünnen Schnitten leicht die Knochenkörperchen und ein Netz von Havers'schen Canälen, deren Meyer nicht gedenkt, wohl aber erwähnt er die Gefässöffnungen („Ernährungslöcher"), welche sich in bestimmter Zahl an der unteren Fläche der Knochenplättchen befinden. Schon mit freiem Auge ist auf senkrechten Schnitten gut zu sehen, dass die Panzerknochen nach aussen von fester, compacter Substanz sind, während sie nach innen zu von grösseren und kleineren Lücken durchbrochen den Charakter der spongiösen Substanz haben. Zu unterst folgt noch eine dünne, nicht verkalkte Schicht der Lederhaut, ja nach Meyer wären die Knochenplättchen auch oben und somit von allen Seiten noch von Lederhaut umgeben, wogegen ich jedoch zu erwähnen habe, dass an den mir vorliegenden, dem Rücken von *Dasypus novemcinctus* genommenen Stücken die Epidermisschilder der Knochensubstanz unmittelbar aufliegen. [3])

---

1) Ueber den Bau der Haut des Gürtelthieres in Müller's Archiv für Anat. u. Phys. 1848.

2) Structura integumentorum Armadilli. In Novi commentarii academiae scientiarum instituti Bononiensis. Bononiae 1849. Doch steht mir diese Abhandlung leider nicht zu Gebote.

3) Die „Knochenplatten" im Schild des so merkwürdigen *Chlamydophorus* scheinen noch von Niemandem mikroskopisch untersucht

Schuppen von *Manis.*

Auch die Schuppen des Pangolin wurden früher manchmal hinsichtlich ihrer geweblichen Stellung unrichtig beurtheilt. Linné, Tiedemann, Illiger nennen die Schuppen knochenartig, nach Anderen, und dies ist, wie ich aus eigener Beobachtung beistimmen kann, das Richtige, sind es verdickte Epidermisbildungen. In diesem Sinne sprachen sich z. B. Buffon und Rudolphi aus und insbesondere sagt letzterer[1]) sehr passend, es stelle jede Schuppe „gleichsam einen Nagel" dar. Mir dienten zur Untersuchung nur einige der kleinen Schuppen an der unteren Fläche der Schwanzwurzel von *Manis javanica*, wo man an Längsschnitten mit freiem Auge eine harte, horngelbe Schicht und darunter eine weichere, weissliche Lage unterschied, welche übrigens nicht bis zum freien Rande der Schuppe reichte, sondern in einiger Entfernung davon schon aufhörte. Diese letztere Schicht ist nämlich die Lederhaut, welche die Matrix der darüber liegenden nagelharten Epidermisbildung vorstellt. Ein feiner senkrechter Schnitt mikroskopisch untersucht zeigte, dass die Matrix der Schuppe die gewöhnlichen Eigenschaften einer Lederhaut hat, ohne dass von der freien Fläche sich Papillen erhoben hätten. Die Matrix jeder einzelnen Schuppe im Ganzen stellt aber eine colossale platte Papille vor. An der Schuppe selbst unterschied man ein schwach gelbbraun pigmentirtes Rete Malpighii und eine dicke Hornschicht, deren zellige Elemente in Uebereinstimmung mit den menschlichen Nägeln alle noch mit dem Kern versehen waren, während, wie auch sonst, die gewöhnlichen Epidermiszellen der oberen Lagen kernlos sind. Es erhellt aus dem Voranstehenden, dass die Schuppen des Pangolin zwar im Allgemeinen mit

worden zu sein, auch in der schönen Monographie Hyrtl's: Chlamydophori truncati cum Dasypode gymnuro comparatum examen anatomicum in d. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien 1855 finde ich keine hierauf bezügliche Angabe.

1) Ueber Hornbildung, Abhandlgn. d. Akad. d. Wissensch. in Berlin aus d. Jahren 1814—15. Berlin 1818.

den Schuppen mancher Fische verglichen werden können, andererseits aber sich wesentlich von ihnen entfernen. Sie gleichen Fischschuppen darin, dass die Lederhaut für jede Schuppe eine freie Verlängerung oder Matrix bildet, sind aber den Fischschuppen darin ganz unähnlich, dass während bei diesen die bindegewebige Matrix verkalkt und die eigentliche Substanz der Schuppe erzeugt, hier beim Pangolin jene die freien Hautfortsätze überziehende Epidermisschicht durch Verdickung und Erhärtung „gleich einem Nagel" die Substanz der Schuppe formt.

Geweihe des Hirsches.

In einem gewissen beschränkenden Sinne mag man auch das Geweih der Hirsche und Rehe zu den Hautknochen stellen. Ich kannte früher nur Schliffe sowie trockene Präparate, um so lieber war es mir daher auch frische, in der Bildung begriffene Hirschgeweihe (aus dem Monat Juni) untersuchen zu können. Das Geweih erscheint um diese Zeit dicht behaart und von der Consistenz des Faserknorpels, doch schneidet es sich mit dem Messer noch viel leichter als dieser. An allen Schnitten fällt für's freie Auge der ganz ungemein grosse Gefässreichthum auf; an Querschnitten liegt Blutpunkt an Blutpunkt und auf Längsschnitten sieht man über die ganze Fläche weg einen gleichsam dicht zusammen geschobenen Gefässbüschel. Es giebt schwerlich mehr ein zweites ossificirendes Blastem, welches einen ähnlichen Blutreichthum aufzuweisen hätte, wie das noch weiche Hirschgeweih und man darf annehmen, dass die überraschende Schnelligkeit,[1]) mit der das Geweih wächst und reif wird, durch diese Menge der Blutgefässe mit bedingt wird. Die Substanz zwischen den Gefässen ist eine Art weicher Faserknorpel, der aber an der noch wachsenden Spitze des Geweihes eher die Eigenschaften eines embryonalen oder gallertigen Bindegewebes hat. Bei starker Vergrösserung sieht man an Quer-

1) Nach Blumenbach (Handbuch der vergleichenden Anatomie) kann ein 28 Pfund schweres Geweih in zehn Wochen wachsen.

schnitten, nahe von der Geweihspitze genommen, dass die „Blutpunkte" Räume sind, welche ausser den Blutgefässen noch zartes, gallertiges Bindegewebe enthalten; zunächst der gefässhaltigen Räume, um sie herum, erkennt man strahlige Knochenkörperchen, während noch die Hauptmasse des zwischen den Gefässräumen liegenden Gewebes aus grossen, blassen, rundlich-ovalen Zellen besteht, um deren Peripherie sich Kalkkörnchen niedergeschlagen haben. — Die äussere Haut, welche später austrocknet und als „Bast" sich abschält, hat jetzt noch ganz die Structur der übrigen äusseren Bedeckungen: eine farblose Hornschicht, darunter ein pigmentirtes Rete, in der Lederhaut die Haarbälge mit Talgdrüsen. Schweissdrüsen kamen mir nicht zu Gesicht.[1])

Haarbälge mit Haarbüscheln.

Es scheint bis jetzt noch Niemand darauf geachtet zu haben, dass in den Haarfollikeln der Säugethiere sehr häufig nicht bloss ein einziges, sondern mehrere Haare zugleich wurzeln. Mitunter lässt sich dies Verhalten schon mit freiem Auge gut wahrnehmen, so z. B. an *Hippopotamus*, von dem mir ein Stück Gesichtshaut vorliegt. Es ragt da aus je-

1) Eine ausführliche, mit reicher Literatur ausgestattete Abhandlung „über das Wachsthum, den Abfall und die Wiedererzeugung der Hirschgeweihe" hat Berthold in s. Beiträgen zur Anatomie, Zootomie und Physiologie, Göttingen 1831 veröffentlicht. Die Gefässe des sich neu bildenden Geweihes kommen nicht aus der Arteria frontalis, wie solches bei den Cavicorniern der Fall ist, sondern aus der Art. temporalis. Das zurückfliessende Blut tritt in die Vena temporalis superficialis. Berthold präparirte auch die Nerven, welche die Blutgefässe des Rosenstocks begleiten und die sich in der Haut und „in der noch nicht erhärteten, fleischigen Bildungsmasse des Kolbens" verzweigen. Letzterer sei kein „wirklicher gefäss- und blutloser Knorpel", sondern eine „sehr weiche, hauptsächlich aus Blutgefässen und selbigen zur Grundlage dienendem Zellstoff" bestehende Masse. Die Verknöcherung geschehe, indem der „Zellstoff" von Knochenerde durchdrungen werde. Die von genanntem Forscher beschriebenen „Haut- oder Haardrüsen" an dem im Werden begriffenen Geweih sind die gewöhnlichen Talgdrüsen, welche über den ganzen Körper verbreitet vorkommen.

dem der vereinzelt stehenden Bälge ein Haarbüschel, der übrigens ziemlich locker in dem Balg steckt. Beim Elephanten mag man an manchen Körperstellen das Gleiche sehen können, Eble[1]) wenigstens giebt an, dass an der Ohrgegend „gewöhnliche Haare büschelartig" standen. Vom *Rhinoceros tichorhinus* meldet Brandt in der unten zu citirenden Abhandlung dasselbe. Aber ich habe ein solches Befestigtsein der Haare auch noch mit dem Mikroskop bei verschiedenen anderen Säugern beobachtet, so bei Fleischfressern (Hund, Wiesel, Fischotter), bei *Echidna hystrix*, *Bradypus cuculliger*. Es kommen bei diesen Säugern aus einer Hautöffnung vier bis sechs Haare hervor, wovon immer eines an Stärke und dunkler Färbung die übrigen übertrifft, anders zu sagen, ein Stichelhaar vorstellt. Der Boden des gemeinsamen Haarfollikels ist aber keineswegs ein einfacher Blindsack, sondern er stülpt sich in gerade viele kleinere Follikel aus, als eben Haare aus der Balgöffnung hervorstehen, wobei dann wieder constant ist, dass das Wurzelsäckchen des Stichelhaares tiefer sich hinabsenkt, als die der feineren Haare (vgl. Fig. 10). Man kann daher das mikroskopische Bild auch so auslegen: jedes Haar wurzelt zwar in einem eigenen Balg, aber eine Anzahl solcher Bälge vereinigt sich, gleichwie Acini einer Drüse sich zu einem Ausführungsgang zusammenthun, hier zu einem gemeinsamen Follikel, aus dessen Oeffnung dann der Haarbüschel hervorsieht. Eine Modification dessen, was eben vorgebracht wurde, sehe ich beim Feldhasen (*Lepus timidus*). Hier hat zwar das einzelne Haar seinen besonderen Balg, aber die Bälge einer Anzahl von Wollhaaren zusammengeordnet um den Balg eines Stichelhaares, sind von einer festen bindegewebigen Scheide umgeben. Dies Verhalten giebt auf Flächenschnitten durch die Haut sehr eigenthümliche Bilder. Die Haare stehen scharf truppweise gesondert, inmitten des Trupps das starke Stichelhaar, herum die Wollhaare, alle natürlich im

1) Die Lehre von den Haaren, Wien 1851, Bd. I. S. 153.

Querschnitt; rings um das Ganze die Linien der gemeinsamen Capsel.

Stachelbälge des Stachelschweins.

In gewisser Beziehung verwandt, aber doch wieder sehr eigenartig ist die Befestigungsweise der Stacheln des Stachelschweines, so dass sie etwas weitläuftiger hier erörtert werden soll. Es scheinen bisher im Ganzen nur wenige Beobachter die Haut des Stachelschweines auf fraglichen Punkt untersucht zu haben, jedoch, wie ich von vorn herein zu bemerken finde, thaten sie dies in sehr genauer Weise, so dass das Neue, was ich über diesen Gegenstand vorbringe, nur Dinge betrifft, welche eben in früherer Zeit schwierig zu deuten oder überhaupt gar nicht zu erkennen waren. Die zwei Autoren, auf welche ich mich beziehe, sind Gaultier[1]), dessen Originalabhandlung ich leider nicht nachsehen kann, und Böckh.[2])

An der Haut des Rückens und der Seiten sieht man, dass sie nicht wie bei den übrigen Säugern ein gleichmässiges Stratum vorstellt, sondern in schuppenartige Abtheilungen zerfällt; die Haut erinnert, insbesondere von innen und nachdem der Hautmuskel abgezogen ist, an ein Ziegeldach. Gaultier nannte die Abtheilungen Scheiben oder Schilder (disques), welche Benennung ich beibehalten werde. Das bedingende Moment zur Entstehung der Schilder liegt darin, dass immer eine gewisse Anzahl von Stacheln durch ihre Einpflanzung in die Haut zu einem gemeinsamen Ganzen verbunden werden sollen (Fig. 12), daher entspricht auch die Grösse des Schildes der Stärke der jeweiligen Stacheln. Auf der äusseren Fläche sind die Schilder ziemlich flach, auf der inneren (Fig. 13) aber erblickt man zwei Reihen scharf entwickelter Erhabenheiten, welche durch die eingeschlossenen Stacheln hervorgerufen werden, und also auch in ihrer

1) Journal de Physique Vol. 90, Avril 1820. Auszug bei Heusinger oder Eble.

2) De spinis hystricum. Diss. inaug. Berol. 1834.

Anzahl mit diesen übereinstimmen. Was übrigens das Verhältniss der Schilder zur Lederhaut betrifft, so muss noch vorausgeschickt werden, dass eine von den Schildern gesonderte, dünne, etwas braun gesprenkelte, mit sehr feinen Härchen versehene Lederhaut die letzteren äusserlich noch überdeckt, welche von den Schildern leicht abgezogen werden kann, und dass man diese daher auch nur „die verwachsenen Bälge" der Stacheln nennen könnte.

Bevor wir durch einen Längsschnitt die Schilder auf ihr Inneres besehen, betrachten wir erst die Musculatur, welche an der unteren doppelhöckrigen Fläche hinzieht. Wir erblicken da zwei Muskelarten. Die erste ist der grosse Hautmuskel, welcher, indem er unterhalb der Schilder hinzieht, durch einzelne, von den Längszügen sich ablösende Bündel, die Schilder selber mit in den Bereich seiner Ansatzpunkte bringt. Der andere Muskel, den Schildern näher liegend und nur diesen angehörend, ist schwächer und besteht aus glatten Elementen. Das Lagerungsverhältniss dieser beiden das Aufrichten der Schilder bezweckenden Muskeln zu einander und zu den Schildern ist genauer angegeben dieses. Unterscheidet man nach der Längsachse des Thieres die an der Unterfläche der Schilder befindlichen Höcker in die tieferen oder vorderen und in die äusseren oder hinteren, so giebt der grosse (quergestreifte) Hautmuskel (Fig. 12 e, Fig. 13 c, b) nur an die hinteren Höcker des Schildes Bündel ab, die Ebene zwischen den hinteren Höckern und den vorderen, sowie letztere selber bleiben frei von sich ansetzenden quergestreiften Bündeln. Es zieht, kurz gesagt, der Hautmuskel immer nur vom hinteren Rand des einen Schildes bis zu dem gleichen des nächst vorderen. Die glatten Muskeln, von den quergestreiften ganz selbstständig dastehend, also ohne Verbindung mit diesen, überziehen die hinteren Höcker des Schildes (Fig. 13 a.). An der von mir untersuchten in Weingeist aufbewahrten Haut zeigten schon für's freie Auge diese zwei Muskelarten ein verschiedenes Aussehen, indem, obschon beide von graugelber Farbe waren, doch die Züge der quergestreiften Muskeln dunkler, die

glatten Muskeln hingegen heller waren; bei ersteren traten auch die Bündel schärfer hervor, als bei den glatten. Die ganz kleinen Schilder habe ich nicht auf diesen musculösen Apparat geprüft, weiss daher auch nicht, ob die eben erwähnte Structur, welche sich auf die grossen Schilder des Rückens bezieht, sich in verkleinertem Maassstab da erhält, doch glaube ich bemerkt zu haben, dass glatte Muskeln noch an sehr kleinen Schildern der Kopfhaut vorkommen. Die allgemein gehaltenen Angaben Gaultier's[1]) über die Muskeln der Schilder lauten: „unten an den Wurzeln der Stacheln sind (die Hüllen der Wurzeln) durch ein dichtes Fasergewebe mit einander verbunden, und durch Muskelfasern, oben an ihren Mündungen sind sie durch schlaffes Zellgewebe mit einander verbunden. Der Theil des Schildes, welcher aus der Vereinigung dieser Hüllen entsteht, liegt gewöhnlich zwischen zwei Lagen Muskelfasern.“ Auch Böckh hat den histologischen Unterschied der beiden Muskelarten nicht berührt.

Suchen wir uns jetzt durch einen horizontalen, den ganzen Schild treffenden Schnitt (nach der Länge der Stachelwurzeln) von dem Inneren eines Schildes zu unterrichten, so erfahren wir zunächst, dass die eigentliche Hülle oder Kapselhaut des Schildes an der oberen Fläche eine sehr feste, horngelbe Haut ist, die sich fast wie Knorpel schneidet, dann dünner wird und an der unteren Fläche in eine gewöhnliche fibröse Membran ausgeht; ferner zeigt sich, dass die Kapselhaut durch innere vollständige Scheidewandbildung in gleicher Zahl mit den Bälgen abgeschlossene Räume herstellt, weshalb man eben, wie oben schon ausgesprochen wurde, den ganzen Schild wohl als die verwachsenen Stachelbälge auffassen könnte. Doch ist dieser Vergleich nur von einem allgemeineren Standpunkt aus zulässig, da genauer besehen doch die Fächerräume des Schildes noch gar mancherlei, was sonst nicht in einem Haarbalg enthalten zu sein pflegt, aufweisen. Abgesehen nämlich vom eigentlichen Balg (Fig.

1) Bei Heusinger a. a. O. S. 181.

12 a, Fig. 13 d.) der sich kaum weiter nach unten erstreckt als äusserlich am Schild die Wölbungen der hinteren Höcker reichen, sieht man unterhalb des Balges zuvörderst eine weisse Masse (Fig. 13 f.), die aus Fettzellen besteht, dann eine ebensolche und zwar noch umfänglichere Fettmasse, welche das hintere blinde Ende der Höhle ausfüllt und endlich zwischen diesen beiden weissen Fettpartien eine braune Fasermasse, die jedoch ebenfalls von einzelnen kleinen Fettklümpchen durchzogen wird. Dass die faserige Substanz aus glatten Muskelfasern bestehe, ist mikroskopisch leicht zu erkennen. Die Muskeln (Fig. 12 c., Fig. 13 e.) gehen von der Kapselhaut zum Balg und dienen wohl zum Aufrichten der Stacheln. Man kann den oberen und den unteren durch die Muskelsubstanz auseinander gehaltenen Fettklumpen leicht ausschälen, worauf die Faserhaut des Schildes glatte Wände erhält, und bei diesem Herausnehmen des Fettes stösst man auch auf feine Fädchen, welche aus Blutgefässen und Nerven bestehen. Nicht damit zu verwechseln ist aber ein anderer mit freiem Auge gut sichtbarer und leicht aus dem Fett herauszuhebender Faden, welcher durch das Fett zur Wurzel des Balges geht und ebenfalls Blutgefässe und Nerven als Hauptbestandtheil hat. (Er ist auf Fig. 12 an dem Schild rechts zu sehen.) Die Zellen der Fettklumpen waren durchgängig vollgepfropft mit Krystallen (Margarinkrystallen?). Der Balg der Stacheln ist von der Epidermis ausgekleidet, die im trockenen Balg an der oberen Hälfte des letzteren diesem inniger anhaftet als dem Stachel, daher beim Ausziehen des Stachels diesem nicht folgt, was aber constant geschah mit der unteren Hälfte dieser Balgauskleidung; sie sass der Aussenfläche des Stachels durchaus fest an. Die Stacheln haben in ihrer Wurzel eine kolbige Pulpe, welche sich in Fortsätzen eine Strecke weit in die Höhe erhebt, und an Querschnitten des Stachels, nicht allzuweit von der Wurzel weg, glaube ich auch noch in diesen von der Marksubstanz umschlossenen Ausläufern der Pulpe die Durchschnitte von Blutgefässen erkannt zu haben, was in Uebereinstimmung mit der von Böckh gelieferten Fig. 1 (a. a. O.) stehen würde.

Endlich machen sich auch auf gut geführten Längsschnitten im Bereich des oberen Fettklumpens verhältnissmässig kleine Talgdrüsen bemerklich. (Fig. 12 b.)

Glatte Hautmuskeln der Igelstacheln.

Aus Obigem hat sich ergeben, dass mit den Stacheln von *Hystrix* eine reiche glatte Musculatur in Beziehung stehe. Natürlich reiht sich daran die Frage, ob auch in der Lederhaut anderer mit Stacheln bewehrter Säugethiere, beim Igel, beim Landschnabelthier (*Echidna*), solche contractile Elemente sich finden. Ich habe hierauf beide untersucht und schicke bezüglich des Igels voraus, dass die Autoren nicht einmal darüber einig sind, ob an die Stacheln dieses Thieres sich überhaupt Muskeln ansetzen. Cuvier[1]) erklärt, dass die Fasern des Hautmuskels sich unter anderem auch an die Basis der in ihr befindlichen Dornen ansetze, von welchen man sie nur mit Mühe mittelst des Messers trennen könne. In ähnlichem Sinne sprechen sich auch Gustav Carus[2]) und vielleicht auch Barkow[3]) aus. Diesen Angaben entgegen leugnet Seubert die Muskeln[4]) und ist sofern im Recht, als in der That nie von dem rothen (quergestreiften) Hautmuskel Faserbündel sich an die Stacheln ansetzen, aber es existirt eine der Lederhaut unmittelbar angehörige glatte Musculatur, und Bündel derselben setzen sich geradewegs an die Wurzeln der Stacheln an. Ich habe allerdings nicht die ganze bestachelte Hautfläche durchmustert, sondern nur den Anfang und den seitlichen Rand der Rückenkappe, aber dieser Theil zeigt immer ein sehr starkes glattes Muskelgeflecht, dessen mächtige Ausdehnung man am besten auf Flächen-

1) a. a. O. Th. II. S. 554.

2) Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie.

3) In den Disquisitiones neurologicae, Lips. 1836, von welchem Werk ich nur aus den Jahresberichten weiss, dass dort auch von den Muskeln der Igelstacheln die Rede ist.

4) Symbolae ad erinacei europaei anatomen. Bonnae 1841. „... assentire non possum; aculeos enim cuti infixos esse, quae sine laesione a musculo separari potest, compertum habeo; nec cui bono singuli aculei moveantur, satis video.“

schnitten der Haut sich verführen kann. Die zahlreichen Bündel, obwohl auch zwischen den Stacheln vorhanden, sind doch zunächst um diese selbst angehäuft und setzen sich direct, also ohne Vermittlung von Sehnen an letztere an (Fig. 11). Auf senkrechten Schnitten ist deutlich zu sehen, dass diese glatte Musculatur keineswegs mit dem quergestreiften Hautmuskel zusammenhängt, sondern durch Bindegewebe abgeschieden ist. — Anders sind die Verhältnisse bei *Echidna*. Hier sehe ich an der Haut des Rückens keine Spur von glatten Muskeln, sondern die Stacheln senken sich mit ihrer Wurzel tief in den quergestreiften Hautmuskel ein. Da man auch die Vermuthung hegen kann, es mögen vielleicht beim Gürtelthier und Schuppenthier neben den quergestreiften Hautmuskeln auch glatte Elemente sich finden, so habe ich hierauf sowohl bei *Dasypus novemcinctus* als auch bei *Manis javanica* nachgesehen, mich aber überzeugt, dass sich an die Knochenschilder des Rückens und die Hornschuppen des Schuppenthiers nur quergestreifte Muskeln ansetzen. Es geht aus diesen Mittheilungen einstweilen hervor, dass glatte Muskeln in der Haut der Säugethiere selten sind.

Balg der Tasthaare.

Ein besonderes Interesse nimmt der Follikel der Tasthaare in Anspruch, dessen Structur keineswegs bis jetzt ganz richtig dargestellt wurde. Die eigentliche Wand des Balges oder die bald mehr ovale, bald mehr cylindrische Einbuchtung der Lederhaut ist bekanntlich bindegewebig und verschieden dick, bei kleineren Säugethieren (Fledermäusen z. B.) fast durchsichtig dünn; bei vielen Fleischfressern eine starke fibröse Hülle, die dann auch histologisch auf Quer- und Längsschnitten ganz das Aussehen einer fibrösen Haut hat, wobei ich namentlich an die Aehnlichkeit mit der Sclerotica erinnern möchte. Im Falle sie dünn ist, wie z. B. bei Mäusen und man sie daher im Ganzen untersuchen kann, erblickt man nach Essigsäurezusatz leicht innerhalb der homogenen Substanz die Bindegewebskörper, und dass dieselben in mehrfachen Lagen über einander wegziehen.

Am dicksten ist sie an den grossen Follikeln der Robben, und an der in Weingeist aufbewahrten Kopfhaut einer jungen *Cystophora borealis* liess sich jeder Balg der Tasthaare leicht aus der Cutis herausschälen, in der Weise, dass letztere um den Follikel herum eine scharf begrenzte Lagerungshöhle erzeugte. Die Wand dieses Hohlraums, obwohl bindegewebiger Natur, stach doch durch Farbe und Consistenz wesentlich von der Membran des Balges ab. Der Follikel hatte nämlich eine horngelbe Farbe und schnitt sich wie Knorpel, während die nachgiebigere Umgrenzungsschicht eine weissliche Farbe darbot. Wegen dieser Eigenschaften hat wohl auch Rudolphi die besagten Follikel der Robben „Hornkapseln" genannt. Liess man auf die Haut einen Zug wirken, so spannten sich zwischen der eigentlichen gelben Membran des Balges und des weissen Umhüllungsraumes einzelne feine Fädchen hin. Mikroskopisch besteht der Balg aus Bindegewebe mit streifig-zügiger Grundsubstanz und verästelten Zellen, die nach Behandlung mit Essigsäure noch den Kern sehen lassen. Eine solche gelbliche, von der übrigen bindegewebigen Umgebung stark abstechende Färbung scheint der Follikel bei einiger Dicke und nachdem die Haut längere Zeit in Weingeist gelegen hat, immer anzunehmen, ich sah sie z. B. in gleicher Weise bei *Lutra vulgaris*. — Blutgefässe mögen in der Follikelhaut sehr selten sein, ich bin bei den zahlreichen Schnitten, die ich von den verschiedensten Thieren machte, nie auf ein Blutgefäss gestossen, welches der Haut des Balges eigens angehört hätte. Die durchsetzenden Gefässe, welche dem inneren cavernösen Körper und der Papille bestimmt sind, gehören natürlich nicht hierher.

Muskeln des Balges.

Ehe ich daran gehe, über den Inhalt des Balges der Tasthaare mich auszusprechen, mögen zuvor einige Bemerkungen über die Muskeln dieses Theiles vorausgeschickt sein. Die gewöhnliche Angabe lautet, dass sich Muskeln an den Balg der Tastborsten ansetzen und es dünkt mir, dass immer noch

Rudolphi der einzige Gewährsmann hierfür ist, der indessen nichts Näheres darüber mittheilt.[1] Nun muss ich bekennen, dass es mir nach Untersuchungen am Hund, Rind, Maus u. A. längere Zeit zweifelhaft war, ob sich wirklich Muskeln an den Balg ansetzen, denn ich konnte immer nur Präparate gewinnen, welche zeigten, dass die Follikel der Tasthaare zwar von den zur Haut aufsteigenden und sich durchkreuzenden Bündeln des Hautmuskels umstrickt seien, mit anderen Worten in das Netz der peripherischen Ausbreitung des Hautmuskels eingesenkt seien, nie aber sah ich einen wirklichen Ansatz der contractilen Elemente an die Wand des Balges. Diese umstrickenden Muskeln sind namentlich am Halstheil des Balges zahlreich. Trotzdem blieb mir ein Strang etwas unklar, der vom hinteren Ende des Balges sich schräg in die Tiefe senkte und welchen ich nicht bloss an den Bälgen der Tasthaare sah, sondern auch z. B. an den, ganze Haarbüschel enthaltenden, Bälgen der *Lutra vulgaris*, oder an den spärlichen Rückenhaaren von *Dicotyles torquatus*. Die mikroskopische Untersuchung ergab immer nur, dass der Strang bindegewebig sei, auch Fettzellen enthalte und von Bündeln des Hautmuskels umgeben sein könne (Tasthaare des Hundes z. B.). An dem erwähnten Präparat von *Cystophora borealis*, wo alle diese Verhältnisse im Grossen ausgeführt sind, überzeugte ich mich, dass dieser an dem Grund des Balges der Tasthaare sich ansetzende Strang der Hauptsache nach aus den langen Sehnen von etwa ein halb Dutzend quergestreifter Muskeln bestehe, die wahrscheinlich vom gemeinsamen Hautmuskel sich ablösend, den Balg direct bewegen, d. h. denselben zu fixiren vermögen. Ich muss es nach der mir zu Gebote stehenden Literatur unentschieden lassen, ob die Autoren, wenn sie von den Muskeln des Balges sprechen, diese mit langen Sehnen ausgestatteten und dem Balg wirklich angehörenden Muskeln meinen oder nur jene ihn zwar umstrickenden, aber in keine weitere innigere Verbindung mit ihm tretenden Muskeln.

---

1) A. a. O. S. 180.

Schwammkörper des Balges.

Ich komme jetzt zur Beschreibung einer merkwürdigen Abtheilung des Balges der Tasthaare, von welcher einige ältere Beobachter eine richtigere Vorstellung hatten, als gegenwärtig der Fall ist. Um zunächst das Ergebniss meiner Untersuchungen hierherzusetzen, so sei bemerkt, dass die Tasthaare aller Säugethiere zwischen der Innenfläche des Balges und der äusseren Wurzelscheide des Haares ein aus Bindegewebsbalken bestehendes Alveolarwerk besitzen, dessen Hohlgänge venöse Bluträume sind. Am Halse des Follikels findet sich ausserdem gewöhnlich noch ein besonderer venöser Ringsinus. Die Nerven der Tasthaare treten nie an dem Boden des Follikels in diesen ein, sondern immer seitlich, ungefähr über dem ersten Dritttheil des Balges, entwickeln dann ihre Vertheilung in den Balken des Schwammwerkes und endigen das Haar umfassend da, wo der Ringsinus herumzieht, bis hart an die äussere Wurzelscheide herantretend. Das nähere Verhalten wird sich aus den folgenden Einzelbeschreibungen erkennen lassen. Die Bälge der Tasthaare vom Hund, welche ich zuerst auf diese schwammige, bluterfüllte Substanz untersuchte, sind, wenn man sie an der frischen Haut entblösst zur Ansicht hat, im unteren Viertheil weiss, weiter aufwärts aber von durchschimmerndem Blut dunkel gefärbt. Oeffnet man einen solchen frischen Balg nach der Länge, so sieht man zunächst der Innenfläche einen für's unbewaffnete Auge scheinbar freien Raum, aus dem Blut quillt, dann um das Haar mit seinen Wurzelscheiden herum eine ziemlich feste graue Substanz. Obwohl man nun schon an frischen Follikeln durch feine Quer- und Längsschnitte sich von der Natur und gegenseitigen Beziehung der genannten Theile zu einander unterrichten kann, so geschieht das noch zweckmässiger an getrockneten Bälgen, an denen man die feinsten Schnitte nach allen Richtungen leicht zu gewinnen vermag.[1]) Hier zeigt

1) Ich erlaube mir bezüglich der Präparation anzumerken, dass es

sich dann mit aller Klarheit, dass als Fortsetzung des Balges (Fig. 4, Fig. 5) nach innen ein schwammiges Gerüst sich findet; ferner ist mit Sicherheit wahrzunehmen, dass die Maschenräume mit Blut gefüllt sind, endlich dass das Balkenwerk dieser Blutcavernen weiter nach innen, d. h. um die Wurzelscheiden des Haares herum zu einer compacten, nicht mehr durchbrochenen Schicht zusammentritt, in der die Endausbreitung der Nerven, sowie zahlreiche eigentliche Blutgefässe, selbstständige Capillaren, liegen (Fig. 5 f.). Die Grösse der Blutcavernen nimmt von aussen gegen diese compacte Endschicht der schwammigen Substanz immer mehr ab und die fragliche Schicht selbst hört mit einer ziemlich dicken, glashellen, homogenen Grenzlage (Fig. 4 d, Fig. 5 e) unterhalb der Zellen der äusseren Wurzelscheide liegend, auf. Nehmen wir auf die feinere Beschaffenheit der ganzen schwammigen Substanz Rücksicht, so bemerken wir, dass sie als continuirliche Fortsetzung des Balges bindegewebig ist, wobei durch die Balken zahlreiche elastische Fasern sich schlängeln; in den Balken selber haben die Bindegewebskörper mehr das Aussehen von Kernen, während in der nicht mehr von Bluträumen durchbrochenen inneren Lage sie deutlich den Charakter strahliger Zellen besitzen. Auch nimmt diese Partie für's freie Auge mehr das Aussehen eines „sulzigen" Körpers an. Die homogene Grenzlage zeigt an der äusseren Seite scharfe Linien, welche von feinen elastischen, dicht beisammen liegenden Fasern herrühren.

Beim Rind sind im Wesentlichen die Verhältnisse dieselben. Auch hier scheidet sich der schwammige Körper zwischen Balg und Wurzelscheide in die vielfach durchlöcherte äussere Partie, welche die Blutcavernen bildet und die im Inneren zusammenhängende, die Blutgefässe und die Nervenausbreitung tragende Schicht. An den bindegewebigen Balken der Cavernen, welche ebenfalls zahlreiche feine elastische

---

weit vortheilhafter ist, den Balg erst aus der frischen Haut zu isoliren und dann zu trocknen, als von der im Ganzen getrockneten Haut Schnitte zu machen.

Fasern enthalten, sehe ich, was ich beim Hund nicht bemerkte, ein zartes Epithel, als Auskleidung der Bluträume. Die Vertheilung der Gefässe ist die, dass die den Balg durchbohrenden Arterien innerhalb der Balken der schwammigen Partie zur inneren, nicht durchlöcherten Schicht gehen, dort in ziemlich zahlreiche Capillaren sich auflösen, welche aber alsdann nicht in eigentliche Venen übergehen, sondern sich in die Bluträume der Schwammschicht öffnen, sowie in den Ringsinus. Was den letzteren anbetrifft, so liegt er tiefer als beim Hund und ist ringsum von einer homogenen Haut begrenzt, welche, soviel ich sehe, gewissermassen durch Spaltung jener inneren Grenzschicht des schwammigen Körpers entstanden ist. Die Nerven des Balges treten seitwärts an diesen heran, durchsetzen die Balgwand und liegen dann im Inneren der Balken, um schliesslich in der „sulzigen" Schicht ein reiches Endnetz zu bilden.

Beim Pferd sind die Tasthaare an der Unterlippe länger als an der Oberlippe, übrigens an beiden Theilen namhaft schwächer als bei den zwei vorausgegangenen Thieren und demgemäss sind auch die Bälge kleiner, ihre Wand um vieles dünner als beim Hund und beim Rind. Die Räume des Schwammkörpers sind abermals mit einem Epithel ausgekleidet, was besonders deutlich nach Essigsäure hervortritt. Die Balken des Maschenwerkes sind weniger zahlreich als beim Hund und die Bluträume daher im Ganzen umfänglicher. Die homogene Grenzhaut der schwammigen Schicht mit dichter Streifung feiner elastischer Fasern.

Auch der Eisbär hat nur wenig entwickelte Tasthaare, die unbedeutend über die anderen Haare hervorragen. Der Balg ist klein, oval, die Balken des bluthaltigen Netzwerkes sind hell und um vieles zarter als beim Hund. Von Fleischfressern untersuchte ich noch das grosse Wiesel und die Fischotter. Bei beiden sind die Bälge mehr länglich, im Inneren die Balken des Cavernensystems etwas feiner als beim Hund. Ein grösserer Ringsinus vorhanden.

Die Bälge der Tasthaare vom Stachelschwein (*Hystrix cristata*) sind eirund und auffallend gross, auch die Tasthaare

ungewöhnlich lang. Der cavernöse Körper auf dem Längsdurchschnitt des Balges hatte einen verhältnissmässig viel geringeren Dickendurchmesser als beim Hund, aber der das Haar selbst umgebende, von den Wurzelscheiden begrenzte Raum war sehr geräumig, wobei ich jedoch nicht unterlassen möchte beizusetzen, dass die Beschreibung einem in Weingeist aufbewahrten Hautstück entnommen ist.

Am allerentwickeltsten ist der Schwammkörper an den so grossen Bälgen der Robben und vieles lässt sich hier schon mit freiem Auge sehen. Aus der oben erwähnten Kopfhaut einer jungen *Cystophora borealis* habe ich zwei Bälge nach ihrem Längsschnitt in natürlicher Grösse in Fig. 2 dargestellt. Der Balg rechts ist so getroffen, dass die Haarwurzel in ihrer ganzen Länge frei liegt, am linken Balg ist das nur für die untere Hälfte der Fall. Man überblickt die Ausdehnung der venösen Schwammkörper und nimmt ferner wahr, dass der Ringsinus (die zwei grossen dunklen Ringflecken inmitten des Schwammkörpers) ziemlich tief liegt. Dieselbe Lage hat er auch bei *Phoca groenlandica*. Hat man das Blut aus dem Ringsinus ausgeschält, so zeigt er eine glatte, glänzende Wand.

Einen anderen Vortheil in der Untersuchung gewähren die Bälge der Tasthaare bei der Maus (*Mus musculus*). Die Follikel sind hier so klein und durchsichtig, dass sie ganz unter das Mikroskop gebracht werden können, und nur leicht zu comprimiren sind, um gar manches von dem, was bei den grösseren Follikeln nur stückweise zur Ansicht gebracht werden kann, mit einem Mal sich vorzuführen (Vgl. Fig. 13.). Auf den ersten Blick scheint es, als ob in dem frischen bei geringer Vergrösserung untersuchten Balg nur zwei grosse mit Blut gefüllte Räume da seien, nämlich der gleich unterhalb der Talgdrüsen befindliche Ringsinus (c) und dann, nur durch eine schmale Substanzbrücke geschieden, ein anderer grosser Raum (b), die Stelle einnehmend, welche bei allen anderen oben erwähnten Säugern der Schwammkörper hat. Selbst bei starker Vergrösserung will es schwer halten sich zu überzeugen, dass auch hier ein cavernöser Körper da sei,

welcher das Blut enthalte. Zweifellos sieht man dies hingegen, wenn man Querschnitte von der frisch getrockneten Haut der Schnauze macht, wo sich alsdann zeigt, dass ein Schwammkörper auch hier nicht fehle und eine analoge Gliederung besitze, wie bei den übrigen Säugethieren. Er scheidet sich nämlich ebenfalls in eine äussere, zunächst der Follikelwand liegende Partie oder den eigentlichen Schwammkörper, dessen Balkenwerk indessen so zart ist, dass man eben bei der vorhin erwähnten Untersuchungsweise den Eindruck erhält, als ob statt eines Cavernensystems ein einziger grosser Blutraum zwischen der Wand des Follikels und den Wurzelscheiden sich finde. Ja anstatt der bei anderen Säugethieren vorhandenen dicken bindegewebigen Balken des Schwammkörpers erblickt man hier zum Theil nur ein aus verästelten und zusammenhängenden Zellen bestehendes Maschenwerk, ungefähr so beschaffen, wie das Zellengerüst im „Gallertgewebe". Um die Wurzelscheiden herum trifft man abermals ein zusammenhängendes bindegewebiges Lager, in dem zahlreiche Blutcapillaren sich verbreiten und die eigentliche Grenze dieser Schicht ist wieder eine homogene Haut. — Die Zartheit des Follikels erlaubt ferner, dass man die Nerven nach Eintritt und Ausbreitung gut verfolgen kann. Jeder Balg erhält nur Ein Nervenstämmchen, das immer seitlich, ungefähr nach dem ersten Dritttheil der Länge des Balges (von unten her gerechnet) in ihn eintritt, und unter Ausbreitung in eine Anzahl von Aesten, nach vorne geht, um in der Gegend des Ringsinus, nachdem die Primitivfasern sich häufig getheilt haben und feiner geworden sind, zu endigen. Fasst man die Nerven eines Balges in's Auge, auf den zugesetzte Kalilauge ihre Wirkung zu üben beginnt, so lässt sich sehen, dass die Nervenenden eine Art Kranz bilden, der bis zu der äusseren Wurzelscheide vorzudringen sucht.

Um anzudeuten, dass auch bei den Edentaten die Bälge der Tasthaare einen gleichen Bau haben, sei bemerkt, dass ich beim Gürtelthier (*Dasypus novemcinctus*) dessen Kopfhaut durch Aufweichen für solche Untersuchungen zugänglich

gemacht wurde, sah, wie die Tasthaare innerhalb ihrer Bälge von einem mit Blut erfüllten Cavernensystem umgeben sind.

Vergleichen wir nun jetzt die Mittheilungen anderer Beobachter über die eben abgehandelte Partie der Bälge der Tasthaare.

Bei Heusinger[1]) ist ein älterer Aufsatz über das Haar citirt (von Lawrence?), der mir nicht zugänglich ist, was ich um so mehr bedaure, als nach dem, was Heusinger daraus anführt, sehr gute Beobachtungen darin niedergelegt scheinen. Es ist dort die Rede von dem Haarbalge der Robben und der Verfasser kennt den schwammigen Körper (spongy investment), auch den Ringsinus (a large circular cell, which is filled by a clotted fibrous mass, resembling a coagulum of blood) und weiss auch, dass die Nerven des Balges in diesen schwammigen Körper eintreten. Heusinger selbst nennt nach Untersuchung „nicht ganz frischer“ Haarbälge der Robben fragliches Gebilde eine sehr zähe Fleisch gleichende Substanz, in die sich viele Blutgefässe fortsetzen. Später, bei Schilderung der einzelnen Bestandtheile des Balges der Tasthaare[2]) sagt er, dass innerhalb der eigentlichen Haut des Balges und ihr zunächst sich eine dünne, gelbe oder rothe Flüssigkeit finde, die oft ganz die Farbe eines hellrothen Blutes habe, darauf folge dann weiter nach innen eine zähe, schwammige oder fleischartige, rothe Substanz; sie sei in der Mitte am dicksten, gegen den Boden des Balges zu werde sie dünner, ebenso auch gegen die Mündung hin, an ihrem oberen und unteren Ende sei sie fest mit dem Haar vereinigt, in der Mitte liege sie locker um dasselbe herum. Nach den Thierarten biete sie Verschiedenheiten dar, in manchen sei sie dicker, in manchen dünner; gewöhnlich sei sie roth, in manchen Thieren schwärzlich, in manchen scheine sie aus concentrischen Lagen zu bestehen. Die meisten dieser Angaben Heusinger's muss man für richtig erklären, obschon sie bei einer unzureichenden Methode der Untersu-

1) A. a. O. S. 178. Artikel Hair in Rees Cyclopaedia.
2) A. a. O. S. 185.

chung gewonnen, keine rechte Darstellung von der Natur dieser „fleischigten Substanz“ geben. Unser Autor hält die innere Fläche der äusseren Haut des Balges für „allenthalben frei und glatt“, während doch die Balken des Schwammwerkes continuirlich in diese Haut übergehen, auch weiss er nicht, dass die gelbe oder rothe, blutähnliche Flüssigkeit wirkliches Blut ist, welches das Löcherwerk des Schwammes füllt. Er scheint anzunehmen, dass das Blut des Follikels nur in wirklichen Gefässen enthalten sei. Von den Bälgen der kleinen Hufeisennase (*Vespertilio hipposideros*) giebt er an, dass am lebenden Thier die Bälge „wie mit Blut gefüllte Bläschen“ sich ausnehmen und man mit dem Mikroskop sogar die Bewegung des Blutes sehen könne. Daraus ist zu schliessen, dass bei diesem Thier das Balkenwerk des schwammigen Körpers eben so zart ist, wie bei der Hausmaus, wo die Bälge für das freie Auge ebenfalls wie blutgefüllte Säckchen gesehen werden, wobei aber im Wesentlichen auch hier ein zarter schwammiger Körper als Blutbehälter fungirt, gerade so wie bei Anwesenheit einer „fleischigten Substanz.“

Die besten und zahlreichsten Einzelbeobachtungen über den in Rede stehenden Gegenstand hat Eble[1]) angestellt, obgleich er über die Natur des Körpers zu einer ganz falschen Schlussansicht kommt. Er nennt die Substanz, auf welche man bei dem längs aufgeschnittenen Balg stosse „einen etwas durchsichtigen, sulzartigen, verschiedentlich roth gefärbten Körper“ und weiss von ihm, dass er „durch sehr feine, unzählbare Querfädchen“ mit der Haut des Balges zusammenhänge. Trenne man diese Fäden, so quelle ein dünnflüssiges Blut heraus, aber es scheint ihm, „als wenn diese blutige Flüssigkeit nicht allein in den als Querfäden erscheinenden Haargefässen, sondern auch in den Zwischenräumen derselben sich befinde.“ Ferner war Eble so glücklich, den Balg eines Tasthaares der Katze vollkommen auszuspritzen und sah nun, dass jene dem eingeschlossenen Haar zunächst liegende Seite des gelatinösen Körpers „viel röther, gefäss-

1) A. a. O. S. 65.

reicher erscheint, als die, welche unmittelbar an die innere Oberfläche des Balges stösst.“ Hätte Eble mit etwas stärkeren Vergrösserungen gearbeitet, so musste er mit Hülfe der eben citirten Beobachtungen zu einem richtigeren Endergebniss gelangen, als es geschehen ist. Aber der Stand der Histologie zu seiner Zeit (1831) bringt ihn auf eine falsche Bahn. Es scheint ihm nämlich, dass der gelatinöse Körper „aus einer sehr feinen, griesigen Masse“ bestehe, und er vermuthet, dass sie im lebenden Organismus „wo nicht ganz, doch halbflüssig sei“, und da er die Blutgefässe in dieser Substanz kennen gelernt hat, so „wäre demzufolge diese sulzartige Masse nichts anderes, als eine während des Lebens von der inneren Oberfläche des Balges secernirte Flüssigkeit, die nach dem Tode coagulirt und sich als Sulze darstellt.“ Er setzt noch in einer Anmerkung bei, dass spätere Untersuchungen ihn vollkommen in dieser Ansicht bestätigt haben.

Gurlt[1]), dem die Injection der Bälge der Tasthaare etwas weniger gut als dem zuletzt erwähnten Autor gelungen war; hat denn doch gesehen, dass sich Blut „frei ergossen“ zwischen dem äusseren Balg und dem „durch viele Fädchen (Gefässe?) verbundenen inneren Balge“ befinde.

Gegenbaur[2]) beschreibt unseren Schwammkörper als eine „weitmaschige Bindegewebsschicht“, der reichliche geschlängelte Kernfasern beigemengt sind. Beim Kaninchen und *Mus rattus, sylvaticus et musculus* sind die einzelnen Bündel noch von äusserst feinen Kernfasern umschlungen. Beim Rind, Schwein und den untersuchten Raubthieren (Fuchs, Hund, Katze, Marderarten) wurden die umspinnenden Kernfasern vermisst. Beim Schwein sind in dieser Lamelle zwischen den Maschen noch zahlreiche Fettzellengruppen eingesprengt. Hinsichtlich der rothen Farbe dieser Schicht scheint aber Gegenbaur die Ansicht zu hegen, dass sie nur von den Blutgefässen herrühre, denn er sagt, dass die

---

1) Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1836. S. 272.

2) Zeitschrift f. wissensch. Zoologie 1851 S. 18 („Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugethiere“).

in den Balg tretenden Gefässe sich in dieser Schicht zu einem reichen Netze verästeln, „auf dessen Dichtheit man schon aus der intensiv rothen Farbe, die ein Haarbalg bis zum oberen Ende der Bindegewebslamelle besitzt, schliessen kann.“ Dieser Forscher vergleicht ferner den „sulzartigen Körper“ Eble's der äusseren Wurzelscheide, während ich vielmehr, wie aus dem Obigen hervorgeht, darin die innere compactere Schicht des Schwammkörpers erblicken muss. Sehr genau sind die Angaben Gegenbaur's über die Nerven des Haarbalges, er beschreibt die Verflechtung der Nervenfasern, ihre Theilungen und wie sie schliesslich blass und fein werden. Auch die structurlose Haut, welche die „weitmaschige Bindegewebsschicht“ nach innen abgrenzt, wird hier zum ersten Male nach ihren mikroskopischen und chemischen Eigenschaften geschildert. Ich trage zu den von mir vorgebrachten Mittheilungen über dieses Häutchen noch nach, dass dasselbe von der Fläche gesehen bei gewisser Einstellung eine äusserst feine Punktirung zeigt und es scheint, als ob dies Aussehen von den Enden der feinen parallelen elastischen Fasern herrühre, welche an ihren Enden in Punkte sich auflösen.

Papillen der Tasthaare.

Indem ich zu meinen eigenen Untersuchungen über die bindegewebigen Theile des Balges der Tasthaare zurückkehre, habe ich jetzt insbesondere der vom Boden des Balges sich erhebenden Papille zu gedenken. In den meisten Thieren hat sie Form und Grösse, wie man es gewöhnlich abgebildet findet; sie ist ein mit breiter, doch etwas eingeschnürter Basis beginnender und spitz endender Kegel, der nur eine kurze Strecke weit in's Innere des Haares sich erhebt. Bei einigen Säugethieren hingegen sehe ich, dass die Papille eine überraschende Länge hat. So z. B. bei der Fischotter. Schneidet man hier den Balg der Tasthaare der Länge nach durch, doch so, dass das Haar selber unverletzt bleibt und spaltet man darauf mit einem scharfen Messer auch das Haar von oben herab und entfernt vorsichtig die Haartheile aus

dem Balg, so erhebt sich die frei gewordene Papille in Form eines feinen verdickt beginnenden Fadens, der vom Boden bis zum Halse des Balges aufsteigt. Die Länge der Papille betrug (an einer in Weingeist gelegenen Kopfhaut) 3''', die des Balges 4'''. Auch ist hinsichtlich der äusseren Gestalt der Papille zu erwähnen, dass mir die Oberfläche derselben nicht einfach glatt zu sein scheint, sondern wie wenn von der Basis nach der Spitze Längsleisten liefen, so dass die Oberfläche demnach eigentlich canellirt wäre. Ein Seitenstück zu *Lutra vulgaris* bot sich mir an einer grossen Robbe dar. Ich legte ein Stück Schnauze eines alten der *Phoca barbata* angehörigen Balges in Wasser. Nachdem es acht Tage lang erweicht war, machte ich senkrechte Schnitte durch die Haut und Bälge, wobei, so oft ein Tasthaar auf seine Längenachse getroffen war, man überraschend schön eine fast immer dunkelroth gefärbte lange Papille, wie solches Fig. 1 in natürlicher Grösse abgebildet ist, zur Ansicht bekam. Die Papille geht sehr spitz aus und beim Versuch, sie aus der Höhle des Haares herauszuziehen, blieb die eigentliche Spitze immer im Haar zurück. Bezüglich des letzteren möchte ich auch anführen, dass, wie auf Längsschnitten leicht nachweisbar ist, die Wände der Pulpahöhle durch eine dunkle, bei auffallendem Licht weisse Beschaffenheit der circulär gelagerten Hornelemente von der Rindensubstanz merklich abstechen. Wo dann die Pulpahöhle nach oben endet, schliesst diese Substanz zusammen und setzt sich als Marksubstanz in die Achse des Haares fort, geht jedoch bloss eine Strecke weit in die Höhe, so dass das Haar einem guten Theil nach nur aus Rindensubstanz besteht.

Bekanntlich ist es nicht so leicht, die Gefässe der Papillen der Tasthaare bei erwachsenen Thieren zu sehen, während man bei neugebornen Säugern, Ratten, Mäusen z. B., die verzweigten Gefässschlingen der Papillen in noch mit Blut gefülltem Zustande ohne besondere Mühe demonstriren kann. Aber ich habe mich überzeugt, dass auch die beim erwachsenen Thier scheinbar gefässlose Papille dennoch ihre Capillaren besitzt; und um sie zu sehen, muss die Papille

ganz isolirt sein. Beim Pferd z. B. war ich, so lange die Papille in der Höhle des Haares steckte, trotzdem dass ihre Umrisse äusserst klar zu sehen waren, ganz ungewiss geblieben, ob sie gefässhaltig sei. Hingegen an der isolirten Papille liess sich mit grösster Sicherheit eine blutleere Capillarschlinge in ihr wahrnehmen; ein andermal enthielten die Capillaren noch einige Blutkügelchen. Unterhalb der Wurzel der Papille in der Substanz des Balges bemerkte man drei Lumina von Capillaren und weiteres Besehen that dar, dass das eine Lumen dem in die Papille aufsteigenden Gefäss angehöre, welches sich bei seiner Rückkehr gablig theilte, und die zwei anderen Gefässlumina gehörten diesen venösen Bahnen an. Auch in den isolirten, durch ihre Länge ausgezeichneten Papillen der Fischotter konnte ich anfänglich, (es ist ein Weingeistpräparat) keine Gefässe unterscheiden, aber nach Aufhellung mit Kalilauge waren die blutleeren Capillaren als lichte Gänge unmöglich zu verkennen. Unmittelbar ergaben die grossen Papillen der bezeichneten *Phoca* ihren Gefässreichthum kund. Ich habe bereits vorhin erwähnt, dass die Papillen für's freie Auge eine dunkelrothe Farbe hatten, nur die Wurzel der Papille erschien durchweg weisslich. Mikroskopisch untersucht erschien dann die Papille von einem ausserordentlich dichten Geflecht von Blutgefässen durchzogen (Fig. 6), derart, dass zu innerst einige Hauptgefässe lagen, um welche herum sich die Capillaren schlängelten. Letztere waren fast durchgängig sehr weit. Die bindegewebige Grundsubstanz der Papille ist aussen mit einzelnen verzweigten Pigmentzellen getüpfelt. An allen solchen Präparaten waren nicht nur die Papillen noch stark bluthaltig, sondern auch der Schwammkörper des Balges und der Ringsinus erschienen nicht minder dunkelroth.

Von Nervenfasern sah ich niemals auch je die geringste Spur in der Papille (Pulpa) der Tasthaare, weder bei den kolossalen Formen der Robbe, noch bei irgend einem anderen Säuger.[1])

1) In einem gewissen Lehrbuch d. vergl. Anat. der Wirbelthiere steht, dass die „Pulpe“ der Tasthaare Nerven enthalte.

Rudolphi ist wohl immer noch der einzige gewesen, welcher die Bälge der Tasthaare der Robben im frischen Zustande untersucht hat[1]; er scheint übrigens weder die Papille noch deren Gefässe erkannt zu haben, denn er sagt, es „bleiben die Gefässe oder Nerven nur für die Capsel". Heusinger's Angaben, welche einem trockenen Präparat entnommen sind, stimmen mit dem, was ich fand, gut überein. Er spricht von einem „braunrothen, runden Pünktchen", welches man mit blossen Augen ganz unten an der Basis des Haarcylinders unterscheide, „von dem aus sich ein Streifen von ähnlicher Farbe gegen einen Zoll lang fortsetzt." Ich erkenne in dieser Beschreibung die grosse Haarpapille, sowie in dem „ungefärbten Strich, der gegen die Spitze hin sich verliert", die Marksubstanz des Haares. Auf die Haarpapille und die sie einschliessende Höhle bezieht sich ferner: „Durchschneidet man die Basis (Wurzel) des Haars der Länge nach, so sieht man, dass dieser Streifen ein Canal ist, in dem ein braunrothes Pigment, oder wahrscheinlich geronnenes Blut liegt. Schneidet man eine Querscheibe aus dem Haarcylinder, so sieht man, dass er aus einer homogenen Hornmasse besteht, nur in der Mitte findet sich eine Oeffnung, welche dem durch den Haarcylinder gehenden Canal angehört, der aber schon gegen die Mitte hin äusserst fein wird." Man kann alle diese Angaben für richtig erklären und dennoch behaupten, dass Heusinger über die Haarpapille im Unklaren geblieben sei.

Ehe ich zu den hornigen Theilen im Balg der Tasthaare übergehe, möchte ich noch einmal auf den grossen Blutreichthum im Inneren des Balges zurückweisen. Nachdem die durch die Wand des Balges eingetretenen und innerhalb der Balken des Schwammkörpers zu der die äussere Wurzelscheide umgebenden Bindegewebsschicht gelangt sind, zertheilen sie sich in Capillargefässe, aber auf dem Rückweg

---

1) Diss. de pilorum structura. Gryph. 1806. Doch habe ich diese Schrift noch nicht gesehen und beziehe mich auf die Angaben Rudolphi's in der citirten Abhandlung der Berliner Akademie.

sammelt sich das Blut in den Räumen des Schwammkörpers und im Ringsinus in grosser Menge an. Zu welchem Zweck? Doch schwerlich zur Ernährung des Haarbalges allein. Man muss also schliessen, dass diese Blutanhäufung mit der Function der Spürhaare als Tastorgane in Zusammenhang steht; es scheint nöthig zu sein, dass der Balg eine gewisse weiche Füllung habe, damit der, von der Spitze der sondirenden Borsten, im Balg erregte Eindruck von den Nerven, welche das Haar umfassen, vielleicht in den mannichfaltigen Abstufungen des Druckes leichter aufgenommen werden könne.

Wurzelscheiden der Tasthaare.

Die Wurzelscheide der Tasthaare zerfällt bekanntlich in die äussere, dickere Schicht von mehr dunklerem Habitus und in die innere hellere, welche einen geringeren Dickendurchmesser hat. Beide bestehen aus Epidermiszellen. Die Zellen der äusseren Wurzelscheide, welche der homogenen Grenzmembran des Schwammkörpers zunächst liegen und dieser, wovon man sich beim Zerreissen überzeugt, sehr fest anhängen, sind cylindrisch, weiter nach innen kommen dann die kugligen Formen. In der äusseren Wurzelscheide des Hundes ist mir noch etwas aufgefallen, was vielleicht ein weiteres Nachforschen verdiente. Hier sieht man nämlich ausser den gewöhnlichen zelligen Elementen dieser Haut noch Körper von specifischer Natur (Vergl. Fig. 5 bei d). Ich will annehmen, man habe aus dem frischen Balg isolirte Trümmer genannter Scheide vor sich. Da stehen zerstreut zwischen den Zellen einzeln oder gern zu mehren beisammen, Körper, die auf den ersten Blick etwas Eigenartiges erkennen lassen. Sie haben einen gewissen, wenn auch ganz schwachen Glanz, der den umgebenden Zellen völlig abgeht, sind heller als diese, ihre Gestalt ist kuglig, doch bei vielen lässt sich durch wechselnde Focaleinstellung ermitteln, dass sie einen längeren oder kürzeren Stiel haben, der mitunter fadig ausläuft. Näher besehen und zwar so, dass man die Kugel selber im scheinbaren Querschnitt mustert, unterscheidet man im Inneren ein kernartiges Gebilde von solider Be-

schaffenheit, in dem fast immer noch einige Häufchen dunkler Körnchen liegen; um den Kern herum zieht eine lichte, scharf abgegrenzte Zone und darauf die Rindensubstanz des Körpers. Was dann ferner bei fortgesetztem Untersuchen beachtenswerth erscheint, ist, dass der „Kern" in den Stiel hinab sich als entsprechend feiner Cylinder auszieht, und dass man daher das ganze Gebilde auch so auffassen kann, dass man sagt, ein blasser solider Faden zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide schwillt zuletzt kolbig an, in einer besonderen Umhüllung liegend und von dieser noch durch einen lichten Raum abstehend. Nach Essigsäurezusatz nehmen die Körper weichere Contouren an, als die umgebenden Zellen Die Gegenwart solcher Gebilde in der Wurzelscheide darf den Gedanken anregen, dass ähnlich, wie an manchen anderen Körperstellen die Nervenfasern der tieferen Schichten mit besagten Elementen zusammenhängen. Für diese Beziehung zu Nervenfasern würde sprechen einmal, dass die Körper nicht in der ganzen äusseren Wurzelscheide sich finden, sondern bloss da, wo um letztere Haut herum der oben geschilderte Kranz der Nervenfaserenden sich schlingt; ferner treten die fein und blass gewordenen Ausläufer der Nervenfasern bis an die homogene Grenzschicht, welche die äussere Wurzelscheide und das dahinter liegende Bindegewebe trennt, heran. Endlich sind die gestielten Körper nur in der Wurzelscheide der Tasthaare vorhanden, und fehlen in der Wurzelscheide der gewöhnlichen, nicht nervenhaltigen Haarbälge· Allein all dem gegenüber muss ich denn doch hervorheben, dass ich kein einziges Mal einen directen Zusammenhang zwischen Nervenfaserenden und den gestielten Körpern in der Wurzelscheide wahrgenommen habe. Auch ist es mir bedenklich, dass ich nur beim Hund dergleichen Elemente bemerkt, hingegen bei der Katze, beim Rind, Pferd, Schwein, Maus, wo ich ebenfalls danach suchte, sie vermisste. Noch will ich bezüglich der Präparation beisetzen, dass man die fraglichen Elemente auch an feinen, erweichten Schnitten, welche man von getrockneten Bälgen genommen hat, noch sehen kann.

Talgdrüsen und Schweissdrüsen.

Es wird wohl noch einige Zeit dauern, bis wir eine vollständige Uebersicht über die Verbreitung der Talgdrüsen und Schweissdrüsen in der Haut der Säugethiere besitzen; doch vermag ich einstweilen dazu folgenden Beitrag zu liefern. Talgdrüsen sind die sehr beständigen Begleiter der Haarbälge und scheinen denselben äusserst selten zu fehlen. Bis jetzt kenne ich bloss das Faulthier (*Bradypus cuculliger*), bei welchem, wenigstens an dem von mir untersuchten (in Weingeist aufbewahrten) Hautstück keine Spur von Talgdrüsen an oder zwischen den, mehrere Haare zugleich umschliessenden, Bälgen wahrzunehmen ist. Da die Talgdrüsen die Haare einzuölen haben, so darf man sich wohl diesen Mangel der Talgdrüsen und das wie „dürres Gras“ sich anfühlende Haar der Faulthiere in Wechselbeziehung denken; doch sollen die jungen Thiere ein „weiches glänzendes Haar“ haben, was, vorausgesetzt, dass auch sie der Talgdrüsen ermangeln, nicht gerade dafür sprechen würde, dass der fettige Glanz der Haare zunächst von diesen Drüsen abhänge. Für eine Bedeutung der Talgdrüsen in einem allgemeineren Sinne redet auch, abgesehen von anderen Gründen, wie Vorkommen derselben an nicht behaarten Hautstellen, der Umstand, dass ihre Grösse und Zahl keineswegs mit der Stärke des „einzuölenden“ Haares zunimmt. So sind die Talgdrüsen der Tasthaare, der Igelstacheln u. s. w. nicht grösser als jene der feinen Wollhaare.

Schweissdrüsen sind für das Leben der Säugethiere nicht unumgänglich nothwendig und fehlen bei manchen Arten durchaus; so vermisste ich sie, was ich schon an einem anderen Orte mittheilte, beim Maulwurf selbst in den Sohlenballen, wo sie doch bei Ratten und Mäusen, denen sie im behaarten Fell ebenfalls abgehen, vorhanden sind. Ebenso habe ich bei den Cetaceen (Delphinen, Wallfisch), in so weit ich über einzelne Hautstücke verfügen konnte, auch nicht die geringste Andeutung von Schweissdrüsen bemerkt. Im-

merhin darf man mit dem Ausspruch, dass dergleichen Organe bei diesem oder jenem Thier mangeln, vorsichtig sein, da sie zuweilen so weit auseinander stehen, dass man ein ziemliches Gebiet der Haut durchsuchen kann, ohne eben auf Drüsen zu stossen. Nur bei kleineren Säugethieren ist es möglich, grössere Partien der durchsichtig gemachten Lederhaut mit geringer Vergrösserung auf einmal zu überblicken!

Bevor ich die von mir untersuchten Säugethiere mit Rücksicht auf ihre Talg- und Schweissdrüsen einzeln aufführe, möchte ich noch, anknüpfend an das, was ich in der „Histologie des Menschen und der Thiere“ S. 87 über die Form der Schweissdrüsen sagte, vorausschicken, dass bei gar manchen Säugern diese Drüsen eine viel einfachere Gestalt haben, als die am meisten bekannten Knäuel. Man hat eigentlich, als die erste Kenntniss über die Schweissdrüsen sich einstellte, gleich die entwickeltste Sorte aufgefunden; dass aber auch erwachsene Säugethiere viel weniger complicirte Schweissdrüsen besitzen, kann aus dem Folgenden ersehen werden.

Von der Gruppe der Vierhänder präparirte ich die obigen Drüsen bei *Cercopithecus sabaeus* und *Stenops gracilis*, Im Handteller des ersteren hatten die Schweissdrüsen die Form von Knäueln, welche im Panniculus adiposus lagen, ganz ähnlich wie beim Menschen; der Ausführungsgang, nachdem er die Lederhaut verlassen, stieg in die Epidermis mit einigen wenigen spiralen Windungen in die Höhe. Auch an der behaarten Haut der Brust hatten sie die Knäuelform, und der Ausführungsgang, welcher bei anderen Säugern gern, im Fall Haarbälge in der Nähe stehen, mit diesen gemeinsam ausmündet, schien seine Mündung an der Hautoberfläche für sich zu haben. Im Ganzen waren auch an gedachter Hautstelle die Schweissdrüsen spärlich vorhanden. — Die Talgdrüsen der Haare waren wie die des Menschen beschaffen.

Bei *Stenops gracilis* konnten die Schweissdrüsen, als Ballen aufgewickelter Canäle, aus dem Handteller ebenfalls zur Ansicht gebracht werden.

[illegible]

[illegible] Epithel, deren Zahlen [illegible] und deren [illegible] für alle [illegible]. Der Ausführungsgang ist ein [illegible] weiter [illegible] und [illegible] nur aus der [illegible] und dem Epithel. Der Ausführungsgang der Schweissdrüsen [illegible] [illegible] wenigstens keine Ausnahme, in [illegible] Lage eines Haarbalges; die Drüsen stehen daher auch immer nur da, wo Haare wachsen, was z. B. an der mit [illegible] Haaren ausgestatteten Fingerbeere am augenfälligsten ist. Hier bildet immer das Haar mit seinem Balg und den dazu gehörigen Schweiss- und Talgdrüsen für das freie Auge ein [illegible], das man besonders dann gut unterscheidet, wenn man die [illegible] Epidermis bedeckte Fingerbeere gegen das Licht sieht. Noch immer für's freie Auge wird das Object, wenn

man die Lamellen der Flughaut von einer in Weingeist aufbewahrten Fledermaus von einander zieht und die Innenfläche betrachtet. Auch sei bezüglich der Lagerung des hier gewissermaassen mit den Schweissdrüsen und Talgdrüsen zu einer Einheit verbundenen Haarbalges wiederholt ausgesprochen, dass in der Flughaut wegen der so eigenthümlichen Vertheilung der elastischen und contractilen Elemente besagte Organe immer nur, um sie nicht starker Zerrung auszusetzen, unmittelbar über den Zügen der Muskeln und elastischen Balken sitzen und nie in den von letzteren umgrenzten freien Feldern. An den stark behaarten Hautstellen besitzen indessen keineswegs alle Haarbälge diese drüsigen Anhänge; es sind z. B. an der Haut des Bauches die Schweissdrüsen so dünn gesät, dass man sie leicht ganz übersehen kann, hingegen zeigen sie sich an der Wange grösser und entwickelter als an den Ohren und in der Flughaut, und an der Schnauze erzeugen sie, indem fast Drüse an Drüse stösst, eine continuirliche Schicht. Andererseits scheint es Fledermausarten zu geben, denen sie vollständig (?) fehlen, es ist mir z. B. an Weingeistexemplaren von *Nycteris thebaica* weder an der Flughaut noch an der Haut des Ohres gelungen, Schweissdrüsen zu erblicken, ebenso erging es mir mit der Flughaut von *Phyllostoma hastatum*, trotzdem dass hier die rosettenförmig um den Haarbalg gruppirten Talgdrüsen klar in die Augen fielen.

Bezüglich der Talgdrüsen der Fledermäuse nur die Bemerkung, dass sie überall die Haare begleiten; auch noch daran mag erinnert sein, dass die von Tiedemann beschriebenen, zwischen Nase und Auge gelegenen „Gesichtsdrüsen" bei gelbweissem Aussehen unter dem Mikroskop die Structur echter Talgdrüsen zu erkennen geben.[1]) Dass sie eine fett-

1) Gelegentlich möchte ich hier nebenbei auch mittheilen, dass die eigenthümlichen Nasenfortsätze bei *Rhinolophus clivosus* in ihrem feineren Bau nichts Specifisches an sich tragen, etwa besondere Nervenverzweigungen u. dgl. Vielmehr bestanden die Blätter des „Hufeisens" aus fetthaltigem Bindegewebe, in das die Haarbälge mit ihren Talgdrüsen eingesenkt waren und sich bis zum freien Rand erstreckten. Schweissdrüsen sah ich nicht. — Das äussere „häutige" Ohr der

tige Materie absondern, ist bekannt. In der „Histologie des Menschen und der Thiere"[1]) habe ich ferner die Vermuthung geäussert, dass auch der eigenthümliche am Vorderarm der Ellenbogenhaut bei *Emballonura* (*Saccopteryx*) *canina* und *leptura* sich findende Sack zu den Talgdrüsen gehören möge. Dies hat sich, seitdem ich durch die Gefälligkeit des Herrn Prof. Krauss in Stuttgart diese Beutelfledermaus (*S. leptura*) hierauf einigermaassen prüfen konnte, nicht bestätigt. Der mit weiter Spalte nach aussen mündende Sack sondert kein Fett ab. Seine Innenfläche ist von einem geschichteten Epithel überzogen, was sich leicht abstreifen liess; und eines der darunter liegenden weichen, gefalteten Blättchen, welches mir auszuschneiden gestattet wurde, bestand unter dem Mikroskop aus fetthaltigem Bindegewebe, und in seiner Basis sah man deutlich Bündel quergestreifter Muskeln, welche innerhalb des Blättchens eine Strecke weit in die Höhe stiegen. Die Function der Drüse bleibt vor der Hand unbekannt. Die fünf Exemplare der Stuttgarter Sammlung, welche sämmtlich den Sack in nicht ganz gleicher Ausbildung zeigen, sind alle Weibchen. Nicht unwahrscheinlich ist, dass die Drüse mit dem Geschlechtsleben in Beziehung steht.

Was die Insectenfresser betrifft, so sieht man beim Igel in den Sohlenballen leicht die Schweissdrüsen; sie stellen gut entwickelte Knäuel dar, und sind an diesem Orte sehr zahlreich. Auch überzeugt man sich nicht unschwer davon, dass jeder Drüsenschlauch eine glatte Muskelhülle hat. Hingegen blieb ich längere Zeit im Unsicheren, ob auch die behaarte und bestachelte Haut Schweissdrüsen besitze, denn an vielen Präparaten der Haut der Beine und des Rückens wurden sie vermisst; indessen sie fehlen auch da nicht, sind aber sehr vereinzelt, so dass man grössere Hautstücke zugleich durchmustern muss, falls man nicht ganz dem Zufall anheim

---

Fledermäuse hat in seiner ganzen Ausdehnung einen Knorpel zur Stütze, dessen Zellen dicht beisammen liegen und fettreich sind. Die Knorpellamelle ist von zahlreichen Löchern durchbohrt, welche zum Durchtritt der Gefässe und Nerven dienen.

1) S. 88.

stellen will, ob ein feiner Schnitt gerade eine Schweissdrüse zur Ansicht bringen soll. — Die Talgdrüsen sind wieder die beständigen Begleiter der Haare und Stacheln, doch die der letzteren zeigen eine verhältnissmässig geringe Entwicklung, sind klein und nicht eben zahlreich und stehen, wovon man sich durch Flächenschnitte unterrichtet, immer nur an der Seite des Stachels, welche den sich ansetzenden Stachelmuskeln gegenüber liegt.

Eine Spitzmaus (*Sorex tetragonurus*), welche ich untersuchte, ermangelte der Schweissdrüsen nicht nur in der behaarten Haut, sondern auch an den Sohlen. Schneidet man eine ganze Sohle ab und betrachtet sie nach Behandlung mit Kalilauge, so kann es zwar auf den ersten Blick scheinen, als ob unterhalb der grösseren Sohlenhöcker je eine Schweissdrüse läge, allein es rührt dies Ansehen von der bindegewebigen Grundlage des Höckers her, welche auf ihrer Schnittfläche zu dem unter diesen Umständen auftretenden schlangenartigen Bändern sich umgestaltet. Gleichwohl kann man den Spitzmäusen die Schweissdrüsen nicht ganz absprechen, da, wie schon früher v. Hessling nachwies, und ich mich an obiger Art ebenfalls überzeugte, jener eigenthümliche Drüsenapparat an den Seiten des Rumpfes als eine massige Anhäufung stark entwickelter Schweissdrüsen anzusehen ist. Die Drüsen bestehen aus geschlängelten und geknäuelten Canälen und liegen zwischen der Haut und dem quergestreiften Hautmuskel. Die Talgdrüsen sind an der ganzen behaarten Haut vorhanden und da die Sohle auch eine theilweise Behaarung hat, sind sie natürlich auch dort anzutreffen.

Vom Maulwurf habe ich bereits an einem anderen Orte gemeldet, dass ich dort nirgends Schweissdrüsen gefunden habe. Dasselbe negative Resultat erhalte ich beim Goldmaulwurf (*Chrysochloris aurata*); doch war hier die Beschaffenheit der Haut derartig, dass weitere Untersuchungen wünschenswerth wären. Die Schweissdrüsen des Hundes hat schon vor längerer Zeit Gurlt in seinem bekannten trefflichen Aufsatz in Müller's Archiv 1835 beschrieben, doch wie ich bereits in der „Histol. d. Mensch. u. d. Thiere“

bemerkte, nicht in Allem ganz richtig. Leicht zu bestätigen sind die Angaben des genannten Forschers über die in den Sohlenballen gelagerten Drüsen, allwo die Drüsencanäle durch vielfache Windungen grosse Knäuel bilden; wenn er hingegen sagt: „an allen behaarten Theilen sind die Schweissdrüsen sehr kleine, lange Bälge, die schwer aufzufinden und in welchen durchaus keine Windungen zu erkennen sind“, so stimmt das nicht mit meiner Erfahrung. Ich sehe, dass an den behaarten Gegenden immer die Schweissdrüsen einen länglichen schmalen Knäuel bilden, also einen Drüsencanal, der neben dem Haarfollikel sich unter Windungen herabschlängelt, und eine deutliche Musculatur besitzt; ferner lässt Gurlt diese Drüsen, ebenso wie in den Sohlenballen, frei ausmünden (vgl. a. a. O. Fig. 2 auf Taf. X.), während ich immer wahrnehme, dass der Ausführungsgang der Schweissdrüse in das obere Ende des Haarbalges, aber nie in den Balg eines Tasthaares mündet. Ganz gleich wie der Hund verhält sich das grosse Wiesel (*Mustela erminea*). In den Sohlenballen liegen stattliche runde Knäuel, in der übrigen behaarten Haut sind es schwächere, langgestreckte Glomeruli zur Seite der Haarbälge und in diese nahe dem oberen Ende einmündend. — Von der Fischotter (*Lutra vulgaris*) stand mir nur die Haut des Nackens (in Weingeist aufbewahrt) zu Gebote und hier waren allerdings die Schweissdrüsen viel schwieriger darzustellen, so dass sie mir anfänglich zu mangeln schienen. Man muss durch die dicht behaarte Haut möglichst feine Schnitte machen, um ihrer ansichtig werden zu können und erst dann erkennt man, dass sie von einfacherer Art sind, als die des Hundes und Wiesels; sie stellen nicht geknäuelte Schläuche vor, die neben dem Haarbalg herabgehen und höchstens eine kurze Aussackung oder Knospe treiben. — Bei *Phoca vitulina* erkenne ich überall an der Haut des Kopfes längliche Schweissdrüsenknäuel wie beim Hund und auf gleiche Weise mit den Haarbälgen in Beziehung stehend. — Die Talgdrüsen der Fleischfresser bieten nichts Besonderes dar, nur sind die der Tasthaare relativ kleiner als die der gewöhnlichen Haare.

Die Nager anlangend, so wurde von mir ebenfalls an

einem anderen Orte gemeldet, dass ich bei Ratten und Mäusen in der behaarten Haut Schweissdrüsen vermisste, während in den Sohlenballen diese Organe vorhanden sich zeigten. Ich füge jetzt hinzu, dass man auch am gleichen Orte beim Meerschweinchen zwischen den Fettlappen des Unterhautbindegewebes zahlreiche Knäuel von Schweissdrüsen gewahrt, deren Canal nicht allein zusammen gewunden ist, sondern sich auch verästigt oder wenigstens in Knospen sich ausbuchtet. Der Gang durch die Epidermis ist weit und schwach gebogen. — An einem Hautstück der Fusssohle vom Biber sah ich keine Schweissdrüsen, lege jedoch auf diesen Befund keinen Werth, da das Unterhautbindegewebe, in dem die Drüsenknäuel liegen können, an dem Hautstück fehlte. Die Talgdrüsen waren an der theilweise behaarten Planta pedis nur schwach entwickelt. — An *Hystrix cristata* konnte ich an der behaarten und bestachelten Haut keine Schweissdrüsen wahrnehmen, wohl aber waren sie in den Zehenballen sehr deutlich, zahlreich, und die Knäuel hatten längliche Umrisse. Ihr Gang durch die Epidermis war nicht eigentlich spiralig gewunden, sondern vollführte nur leichte Schlängelungen. Beim Feldhasen sah ich weder an der Haut des Kopfes noch in der behaarten Fusssohle Schweissdrüsen. Talgdrüsen vorhanden.

Aus der so merkwürdigen Säugethiergruppe der Edentaten habe ich wieder nur einzelne Hautstücke auf die An- oder Abwesenheit der in Rede stehenden Drüsen prüfen können, so dass einen allgemeineren Schluss erst der ziehen kann, welchem ganze Bälge zur Verfügung stehen. Beim Faulthier (*Bradypus cuculliger*) enthielt die Haut, es schien ein Stück vom Rücken zu sein, keine Spur von Schweissdrüsen und selbst die Talgdrüsen, die doch sonst durchweg den Haarbälgen sich zugesellen, fehlten. — Beim Gürtelthier (*Dasypus novemcinctus*) hatten wohl die sehr vereinzelt stehenden Haare ihre Talgdrüsen, aber Schweissdrüsen fand ich auch hier nicht, weder an der Haut der Wange, noch der Ohrgegend oder der Haut des Schwanzes. — Auch bei *Echidna hystrix* suchte ich vergebens nach Schweissdrüsen

am Bauch und Rücken, und auch von der Fusssohle glaube ich bestimmt angeben zu können, dass sie dort mangeln. Was die Talgdrüsen betrifft, so sind auch diese so winzig, dass sie sehr leicht der Aufmerksamkeit entgehen können. Sie haben an den, ganze Haarbüschel einschliessenden, Bälgen nur die Form kleiner, nach rückwärts gewendeter Höcker. Anders verhält sich das Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*); die Talgdrüsen der Haarbälge sind nicht unbedeutend entwickelt, und was die Schweissdrüsen anbetrifft, so hat, in so weit ich nach dem mir vorliegenden Hautstück urtheilen kann, jedes Stichelhaar zur Seite seines Balges eine solche Drüse (Fig. 7 d). Den Follikeln der Wollhaare mangeln diese Organe. Die Schweissdrüsen sind von einfacher Art, längliche Schläuche nämlich, deren oberer verengter Theil (Ausführungsgang) in den Haarbalg, doch ganz nahe an dessen Oeffnung in der Haut einmündet. In den breiten, queren Lippen des Schnabelthieres liegen zahlreiche Drüsenknäuel, welche sehr an Schweissdrüsen erinnern, allein man wird sie denn doch richtiger für Schleimdrüsen (Glandulae labiales) ansprechen. Ich glaube ferner daran bemerkt zu haben, dass ihr Ausführungsgang vor dem Uebertritt aus der Lederhaut in die Epidermis noch innerhalb der ersteren sich plötzlich erweitert und dann das neue Lumen behaltend als weiter, gerader Canal durch die Epidermis aufsteigt.

An einem kleinen Hautstück aus der Bauchgegend von *Orycteropus capensis* war von Schweissdrüsen nichts wahrzunehmen und an den spärlich stehenden Haaren zeigten auch die Talgdrüsen eine nur rudimentäre Form.

Von den Schweissdrüsen des Schweines giebt bereits Gurlt Nachricht; ich untersuchte sie von der Haut des Kopfes und füge bei, dass man die Musculatur des geknäuelten Drüsencanales leicht sehen kann. Die Talgdrüsen sind hingegen sehr gering entwickelt, ja oft nur spurweise zugegen. Aus der Rückenhaut des *Dicotyles torquatus* konnte ich nicht einer einzigen Schweissdrüse ansichtig werden; Talgdrüsen waren an den kleinen Haaren sowohl wie an den grossen Borsten vorhanden. Die Schweissdrüsen des Rin-

dies beschreibt der zuletzt genannte Forscher als kleine, runde Bälge, die sich nicht winden und bildet sie auch in entsprechender Weise ab. Beim Kalb sehe ich nun ebenfalls fragliche Drüsen als einfache, gerade Schläuche, deren verengter Ausführungsgang immer unterhalb der Talgdrüsen in den Haarbalg mündet, wie ich solches an einem anderen Orte auch abgebildet habe; allein beim erwachsenen Thier treffe ich (in der Haut der Schnauze) anstatt dieser einfachen Form einen länglichen Drüsenknäuel. — Die nackte Schnauze des Rindes gemahnt bekanntlich durch ihr Aussehen an eine Schleimhaut, womit denn in Uebereinstimmung steht, dass unter der Haut eine 6''' dicke grauröthliche Drüsenschicht sich ausbreitet, deren Elemente den Charakter traubiger Schleimdrüsen an sich tragen. Auch beim Menschen sind so die Schweissdrüsen des Gesichts an den Lippen zu Schleimdrüsen (Glandulae labiales) umgewandelt. — Die Talgdrüsen bilden an der Schnauze auf dem Durchschnitt der Haut eine continuirliche gelbe Schicht.

Auch an der Schnauze des Pferdes sieht man mit freiem Auge auf dem Durchschnitt die Talgdrüsen eine fast ununterbrochene Lage bilden, aber hier von weisser Farbe. Die Schweissdrüsen stellen schöne rundliche Knäuel dar, und an den Windungen des einzelnen Canales erkennt man ohne Mühe die glatte Musculatur, welche denselben belegt. Die Secretzellen des Drüsencanales zeigten durchweg einen aus glänzenden Kügelchen (Fett ?) bestehenden Inhalt. In noch höherem Grade mag dies der Fall sein an den grossen Schweissdrüsen, welche Gurlt von der Haut der Geschlechtstheile abbildet, da er sie mit eigenthümlich körnigem Inhalt zeichnet und braun nennt.

Was die etwaigen Hautdrüsen der eigentlichen Dickhäuter anlangt, so halte ich meine Untersuchungen an *Hippopotamus* und *Rhinoceros* nicht für ausreichend, zudem, da das Hautstück des einen Thieres lange Zeit in Weingeist liegt und das des anderen nur ein zollgrosses Fragment eines längst getrockneten Balges war. Weder bei dem einen noch bei dem anderen sah ich Andeutungen von Schweissdrüsen,

ja beim *Hippopotamus* konnte ich an den Haarbälgen nicht einmal die sehr wahrscheinlich vorhandenen Talgdrüsen wahrnehmen und erschliesse ihre Existenz nur daraus, dass man an der Innenfläche des Balges, nachdem der Haarbüschel herausgenommen ist, einige feine Löchelchen sieht, die ich für Oeffnungen der Talgdrüsen zu halten geneigt bin. Aus der Haut des *Rhinoceros unicornis L.* beschrieb Owen[1]) Hautdrüsen von $1^1/_2$ Zoll Länge, welche sich in der hinteren Falte zwischen Tarsus und Carpus und Metatarsus und Metacarpus. $2^1/_2$ und 3 Zoll von der callösen Sohle finden.

Mikroskopische Untersuchung der Haut vorweltlicher Säugethiere.

Bekanntlich wurden schon mehrmals, zuletzt noch 1843 von dem russischen Naturforscher Middendorff, vollständige Mammuthe (*Elephas primigenius*) im Diluvialeis aufgefunden, deren Weichtheile zum Theil noch ganz unversehrt waren. Im Stuttgarter Naturaliencabinet befindet sich das Hautstück eines derartigen, wahrscheinlich jenes 1799 an der Mündung der Lena entdeckten Mammuthes und der Vorstand der genannten Sammlung, Herr Prof. Krauss, war freundlich genug, ein Stückchen von diesem werthen Besitzthum der mikroskopischen Untersuchung zu opfern. Indessen bin ich keineswegs der erste, welcher die Haut eines vorweltlichen Pachydermen auf die etwa noch erkennbaren histologischen Verhältnisse geprüft hat, sondern Brandt in Petersburg hat bereits vor zehn Jahren eine sorgfältige mikroskopische Untersuchung nicht bloss der Haut, sondern auch der Hörner, Zähne, Muskeln, Gefässe, Sehnen und Knorpel jenes berühmten diluvialen *Rhinoceros tichorhinus* angestellt, welches im Winter 1771—72 im gefrorenen Zustande ebenfalls an der Lena entdeckt wurde. (De Rhinocerotis antiquitatis seu tichorhini s. Pallasii structura externa et osteologica observationes e reliquiis, quae in museis petropolitanis ser-

1) Trans. Zool. Soc. IV. P. 2. Ist mir leider nicht zugänglich, sondern nur aus dem V. Carus'schen Jahresbericht bekannt.

vantur erutae. Mémoires de l'Académie imp. d. scienc. de St. Pétersbourg. Tom. V. 1849.

Wie man erwarten darf, verhielt sich das von mir in Händen gehabte Hautstückchen des Mammuth in seinen physikalischen Eigenschaften merklich anders als Hautstücke, welche von ganz alten Säugethierbälgen der Museen entnommen sind. Letztere besitzen immer noch einen hohen Grad von Festigkeit und Zusammenhalt, so dass man an aufgeweichten Stücken feine Scheiben leicht schneiden kann. Dies auszuführen gelang an dem Mammuth nicht mehr, vielmehr war das in Wasser wieder erweichte Hautstück so mürbe, dass man auch mit dem schärfsten Messer keine Scheibchen gewinnen konnte, sondern bei jedem Versuch, dies zu bewerkstelligen, zerbröckelte Alles. Auf der Oberfläche der Haut, zwischen den Haaren, lagerte viel Schmutz und Detritus, doch liess sich feststellen, dass die Lederhaut in ziemlich starke Papillen ausgeht, aber alle zeigten sich nackt und unbedeckt von der Epidermis, denn die Oberhaut war am meisten angegriffen und eigentlich vollständig zerstört, wenigstens sah ich nichts von einzelnen oder in Fetzen zusammenhängenden Zellen. Die Haare sind ziemlich gut erhalten, braun von Farbe, mässig dick, kraus; die schwächeren bestehen nur aus Rindensubstanz, in den stärkeren unterscheidet man auch die Marksubstanz. Die Zellen des Haar-Oberhäutchens waren nur noch gegen die Wurzel des Haares zu in Andeutungen sichtbar. Nach Zusatz von Kalilauge wurden die Haare so weich, dass sie sich mit Messern ohne Mühe zerfasern liessen. Das Haar konnte man mit seinem Balg aus der Lederhaut als ein Ganzes ausschälen und unter das Mikroskop bringen, wobei denn auch noch die Wurzelscheide erkannt wurde, aber alles hatte eben doch ein erweichtes und verwittertes Ansehen. Vielleicht noch am besten hatten sich die Elemente der Lederhaut oder die Bindegewebsbalken in ihrer mikroskopischen Eigenthümlichkeit conservirt, indem man auch noch leicht die Bindegewebskörper in Form heller Lücken, zuweilen selbst noch mit dem

Kern darin unterschied. Ob auch drüsige Apparate zugegen waren, getraue ich mir nicht entfernt zu bestimmen.

Die Haut des *Rhinoceros tichorhinus* war nach Allem, was Brandt darüber mittheilt, fast noch besser erhalten. Sie hatte eine ansehnliche Dicke, an der Kehle war sie 4—7''' stark, an ihrer Oberfläche liessen sich die Papillen erkennen, von der Epidermis die Zellen abbilden. Die Haarbälge standen im Quincunx und enthielten an den noch behaarten Gegenden je ein Haarbüschel. Die das Corium zusammensetzenden, sich kreuzenden Fasern waren ebenfalls deutlich.

Rückblick und Allgemeineres.

1) Die äussere Haut aller Säugethiere ist im Normalzustand immer pigmentirt und zwar zeigt die Rückenfläche als die Lichtseite in der Regel die tieferen Farben. Doch giebt es Ausnahmen, der Hamster (*Cricetus frumentarius*) z. B. ist oben rothgelb und an der Bauchfläche schwarz. Pigmentstoffe von metallischem Glanz sind in der Haut der Säugethiere sehr selten, man hat dergleichen bis jetzt nur beim Goldmaulwurf (*Chrysochloris*) und am Bauch der Cetaceen beobachtet. Das gewöhnliche Pigment ist das sog. körnige, welches die Theile vom Braunen in's Schwarze, mitunter auch bunt (blau, roth) färbt und eine gewisse chemische Verwandtschaft mit Fett zu haben scheint. Dasselbe erscheint in der äusseren Haut immer als Zelleninhalt, und zwar können sowohl die Zellen der Epidermis, der Haare, als auch jene der Lederhaut Pigment einschliessen. Specifische Pigmentzellen giebt es somit nicht, sondern die Bindegewebskörperchen der Lederhaut, die Hornzellen der Oberhaut und des Haares können pigmenthaltig werden. Uebrigens entsteht die Ablagerung des Pigments am constantesten in den unteren Lagen der Epidermis, im Rete Malpighii, und es können auch deren Fortsetzungen in die Haarbälge hinein, die Wurzelscheiden, pigmenthaltig werden, während die Lederhaut davon frei bleiben kann. Sehr selten zeigen die Zellen des Oberhäutchens vom Haar körniges Pigment oder von Gebilden der Lederhaut die Haarpapillen, doch finden sich zu Bei-

dem in Obigem Beispiele aufgeführt. — Pigmenthaltige Kerne bei *Vespertilio murinus.*

2) Die Oberfläche des Thierkörpers ist vielleicht nur in wenigen Fällen ganz eben oder einfach, sehr allgemein hingegen offenbart sich auch auf ihr eine gewisse Differenzirung, indem eine Art typischer Sculptur über sie hinzieht. Dies ist denn auch der Fall bei den Säugern. Die haarlosen Stellen sind von Linien durchfurcht, welche entweder ohne sich zu kreuzen bogige und spiralige Figuren entstehen lassen oder durch Kreuzung eine getäfelte oder zellige Zeichnung bedingen. An behaarten Gegenden ist das gesetzliche Dasein solcher Linien dadurch ausgesprochen, dass die Haare in gewissen regelmässigen Zügen sich über die Haut vertheilen.

3) Wo der Haarbesatz sich in Stichel- und Wollhaare scheidet, umstellt immer eine Anzahl der letzteren ein Stichelhaar, und häufig ist die ganze Gruppe oder der Büschel in einen eigenen Haarbalg eingepflanzt.

4) Die Tasthaare sind nach dem Verhalten der nicht hornigen, sie an ihrer Basis umschliessenden Theile für Organe sui generis anzusehen, als was sie sich eigentlich auch sofort auf dem Durchschnitt der Haut für's freie Auge ankündigen. Uebergänge zwischen dem Inhalt des Balges der gewöhnlichen Haare und der Tasthaare finden nicht Statt. Dass nicht die Dicke der Tasthaare die eigentliche Ursache der ungewöhnlichen Entwickelung des Balges ist, geht auch daraus hervor, dass die Bälge der Stacheln verhältnissmässig viel kleiner sind, als die der Tasthaare. Nur die Tasthaare besitzen den Schwammkörper und die Nerven. In welcher Beziehung ich mir die Blutansammlung im Inneren des Follikels zum Tasten denke, ist oben erwähnt.

5) Das Bindegewebe der Lederhaut ist in einzelnen Balkenzügen, auch wohl in besonderen Schichten eigenthümlich erhärtet. Solche Partien nehmen beim Liegenlassen der Haut in Weingeist eine braune oder horngelbe Färbung an. Ich erblicke darin einen ähnlichen Vorgang, durch welchen bei vielen Arthropoden weiches Bindegewebe zu inneren Skelet-

theilen erhärtet, oder um ein näheres aus dem Kreis der Wirbelthiere genommenes Beispiel zu wählen, gleichwie im bindegewebigen Theil vieler Fischflossen die bekannten „Hornfäden“ sich ausbilden. Andere analoge Bildungen sind die derben, knorpelharten Haarbälge der Seehunde, oder die bindegewebige Wand des Seitencanals bei Rochen und Haien, die bei manchen Arten von knorpeliger Consistenz ist, in Weingeist ebenfalls eine gelbliche Farbe annimmt und so von der gewöhnlichen bindegewebigen, auch deshalb weiss bleibenden Umgebung in ähnlicher Weise absticht. Dies so modificirte Bindegewebe zeigt somit nach zwei Seiten hin verwandtschaftliche Beziehungen, einerseits zu chitinisirtem Bindegewebe, andererseits zu Knorpel. — Das elastische Gewebe bildet in der Flughaut der Fledermäuse ein ganz eigenthümliches Netzwerk.

6) Die Stärke des Papillarkörpers richtet sich nach der Dicke der darüber liegenden Epidermis, da die Ernährung eines dicken Oberhautgebildes es nothwendig macht, dass in ihrer Substanz viele Ernährungsheerde — und das sind die gefässführenden Papillen — zugegen sind. Die äussere Haut ist keineswegs, wie man früher sagte, „als eine Lage von Nervenwärzchen zu betrachten“; auch ist es nicht einmal richtig, wenn noch neuere Autoren (V. Carus in d. Syst. d. thierisch. Morphologie) aussagen, dass die Nerven „sehr häufig in die Papillen“ der Lederhaut eintreten, im Gegentheil geschieht dies verhältnissmässig sehr selten.

7) Die Bewegung der Haut und ihrer Theile (Haare, Stacheln, Schilder, Schuppen) geschieht meistens durch die quergestreiften Hautmuskeln und nur in wenigen Fällen findet sich eine eigene glatte Musculatur, so in der Haut des Igels zur Bewegung der Stacheln und beim Stachelschwein, bei welch' letzterem Thiere ein doppeltes System glatter Muskeln vorhanden ist, eines innerhalb, das andere ausserhalb der Hautschilder.

8) Unter den drüsigen Apparaten der Haut sind die Talgdrüsen, weil in nächster Beziehung zu den Haarfollikeln stehend, die verbreitetsten, doch sind sie mitunter sehr verküm-

mert, und in einem Fall (Faulthier) vermisste ich sie völlig. Da man den Talgdrüsen die Function zuschreibt, Haut und Haare einzuölen, so möchte man vielleicht auch annehmen wollen, dass bei tauchenden Säugern, deren Pelz durch das Wasser gar nicht nass wird, diese Eigenschaft durch die Talgdrüsen der Haut erwachse. Am auffallendsten sehen wir, wie unter den Thieren unserer Fauna an der Fischotter das Wasser vom Pelz so abgleitet, als ob es gar nicht mit ihm in Berührung gewesen wäre. „Das Haar nimmt kein Wasser an." Allein der Grund ist hier sicher ein ganz anderer; nicht eine etwa fettig durchtränkte Hautoberfläche bewirkt diese Erscheinung, sondern die in der dichten Behaarung eingeschlossene Luft. — Schweissdrüsen fehlen manchen Säugern durchaus, bei anderen sind sie spärlicher vorhanden oder nur auf gewisse Körpergegenden beschränkt. In ihrer Form wechseln sie von einfachen gestielten Blindsäcken bis zu langen, mit seitlichen Ausläufern versehenen und zusammengeknäuelten Schläuchen. Sie haben sehr allgemein eine glatte Musculatur.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Fig. 1. Hautstück der Schnauze von *Phoca groenlandica*, auf dem senkrechten Durchschnitt und in natürlicher Grösse.

a. Balg eines Tasthaares mit noch darin steckendem Haar, man sieht in der Basis desselben die Haarpapille.

b b. zwei Bälge, aus denen die Haare entfernt wurden. Vom Grunde des Balges erhebt sich die Papille, ferner unterscheidet man den schwammigen Körper und den Ringsinus des Balges.

Fig. 2. Hautstück der Schnauze von einer jungen *Cystophora borealis*, auf dem senkrechten Durchschnitt und in natürlicher Grösse.

a. Balg der Tasthaare,

b. schwammiger Körper des Balges,

c. Ringsinus,

d. die Sehnen der sich an den Balg ansetzenden Muskeln.

Fig. 3. Balg eines Tasthaares von *Mus musculus* bei ungefähr 80-maliger Vergrösserung.

a. eigentliche Haut des Balges,
b. der noch mit Blut erfüllte Schwammkörper, bei dieser Vergrösserung wie ein einziger grosser Blutraum sich ausnehmend,
c. der Ringsinus,
d. wulstförmige Anschwellung der Wurzelscheide des Haares,
e. Nerv und seine Vertheilung,
f. Talgdrüsen,

Fig. 4. Balg eines Tasthaares vom Hund, nach der Länge durchschnitten und ungefähr 80 Mal vergrössert.

a. das Haar,
b. innere Wurzelscheide,
c. äussere Wurzelscheide,
d. homogene Grenzschicht des Schwammkörpers
e. der Schwammkörper selbst,
f. der Ringsinus,
g. der Nerv des Balges,
h. eigentliche Haut des Balges,
i. Talgdrüse.

Fig. 5. Tasthaar sammt Balg vom Hund, im Querschnitt und ungefähr 390 Mal vergrössert.

a. Marksubstanz des Haares,
b. Rindensubstanz,
c. innere Wurzelscheide,
d. äussere Wurzelscheide,
e. homogene Grenzschicht des bindegewebigen Theiles des Balges,
f. die compacte Zone des Schwammkörpers,
g. die Balken des Schwammkörpers,
h. die Bluträume,
i. die Nerven und
k. die Blutgefässe in den Balken,
l. eigentliche Haut des Balges.

Fig. 6. Stück der Haarpapille von *Phoca groenlandica*, 390 Mal vergrössert, zeigt den Gefässreichthum dieser Papille.

Tafel XX.

Fig. 7. Haut vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*), im senkrechten Schnitt und ungefähr 80 Mal vergrössert.

a. Stichelhaar,
b. Wollhaar,
c. Talgdrüsen,
d. Schweissdrüse,
e. Züge des Hautmuskels.

Fig. 8. Stück Flughaut von *Vespertilio murinus*, von der Fläche

gesehen und ungefähr 80 Mal vergrössert. Die Epidermis wurde entfernt.

a. Substanz der Lederhaut,
b. Züge des Hautmuskels und im Inneren derselben
c. die elastischen Bänder,
d. Haare mit rosettenförmigen Talgdrüsen,
e. Schweissdrüsen.

Fig. 9. Schweissdrüse von *Vespertilio murinus*, ungefähr 380 Mal vergrössert und mit Essigsäure behandelt.

a. Haarbalg,
b. Drüsenschlauch. Die gebogenen Linien auf der Oberfläche deuten die Muskeln an.
c. Ausführungsgang.

Fig. 10. Haut des Faulthiers (*Bradypus cuculliger*), im senkrechten Durchschnitt und ungefähr 80 Mal vergrössert.

a a. Stichelhaar,
b b. Wollhaare.

Fig. 11. Aus der Haut des Igels (*Erinaceus europaeus*), Vergr. 80.

a. Hautstachel,
b. Talgdrüsen desselben,
c. glatte Muskeln des Stachels,
d. quergestreifte Hautmuskeln.

Fig. 12. Schilder aus der Rückenhaut von *Hystrix dorsata*, natürliche Grösse. Links zeigt sich die senkrechte Durchschnittfläche.

a. Balg der Stacheln,
b. Talgdrüsen,
c. glatte Musculatur innerhalb des Schildes,
d d. Fett,
e. der quergestreifte Hautmuskel.

Fig. 13. Ein Hautschild von *Hystrix dorsata*, in natürlicher Grösse und von der unteren Fläche gesehen.

a. die glatte Musculatur des Hinterrandes (nach der Körperachse des Thieres bestimmt!),
b. die quergestreifte Musculatur des vorderen Randes, vom Hautmuskel kommend.
c. der quergestreifte Hautmuskel,
d. Balg des Stachels,
e. glatte Musculatur im Inneren des Schildes,
f f. Fett.

Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanzen.

Von

Dr. W. Kühne.

(Fortsetzung von S. 640.)

IV. Die Veränderungen der contractilen Substanz nach dem Tode.

1. Die Todtenstarre.

Bei der Betrachtung der Bewegungen des direct gereizten Muskels fanden wir, dass nach dem Tode des Thieres Veränderungen in der contractilen Substanz eintreten, welche von erheblichem Einflusse auf die Form und die Fortpflanzung der Contraction sind. Wird ein Muskel aus dem Organismus heraus gelöst, so geräth er in Bedingungen, welche seiner Existenz bedrohlich werden, die normale Ernährung vermag nicht mehr die Verluste auszugleichen, welche mit seiner Thätigkeit eng verbunden sind, und die contractile Substanz unterliegt denselben Einflüssen, wie alle organischen Körper, jenen mächtigen chemischen Umwandlungen, durch welche der grossartige Kreislauf der Materie bei allen belebten Wesen in stetem Gange erhalten wird. Die nächste und auffallendste Veränderung, welche mit der contractilen Substanz vorgeht, ist die allgemein bekannte Todtenstarre, der Rigor mortis, eine seit Jahrhunderten mit ungeschwächtem Interesse beobachtete Erscheinung, welche als Grenzstein an der Schwelle des Todes zu stehen scheint, und welche den Verlust aller lebendigen Eigenschaften des Muskels verkünden sollte. Es ist begreiflich, wie die Todtenstarre der Gegenstand der grössten Aufmerksamkeit werden musste zu einer Zeit, wo man die Unterscheidung von Leben und Tod

für eine der wichtigsten Fragen hielt, und wo man sich bemühte die Unterschiede zwischen einem lebenden und einem todten Körper zu häufen, wo man genau zu wissen wünschte, wann ein Organ lebendig oder todt sei. Dieses Streben, das der jetzigen Zeit fremd geworden ist, hat dahin geführt, dass über die Erscheinungen, welches ein von dem übrigen Körper isolirtes Organ nach und nach darbietet, die verschiedensten Ansichten aufgestellt worden sind. Was der Eine den rohen Kräften der äusseren Natur überwies, war für den Anderen ein Zeichen der letzten Lebensäusserungen, und so ist es gekommen, dass man durchgreifende Unterschiede zu constatiren glaubte, wenn man einen Theil der Vorgänge vital nannte und eine andere Reihe von Veränderungen in physikalischen und chemischen Wirkungen bestehen liess. Die Todtenstarre ist in Folge davon auch meist nur unter diesem Gesichtspunkte studirt worden; wir haben darüber die Theorien von Nysten und Sommer, welche jene Extreme vertreten. Ersterer schreibt dieselbe den letzten Anstrengungen des Lebens zu, und nennt sie eine vitale Contraction[1]), während Sommer[2]) sie für den Ausdruck einer physikalischen Zusammenziehung hält, welche nichts Gemeinsames habe mit der Contraction eines lebenden Muskels.

Bei der Untersuchung eines Vorganges und bei der Nachforschung nach den Ursachen desselben ist es gewiss erspriesslicher, die vorgefassten Meinungen von Leben und Tod, von vitaler und physikalischer Action ganz aufzugeben, und sich statt dessen an das rein Objective zu halten, da es doch nicht abgeleugnet werden kann, dass ein von dem vollständigen Organismus abgetrennter Theil nie wieder ganz das gleiche Verhalten zeigen kann, wie vorher, indem durch seine Lostrennung eben die Bedingungen, unter denen er sich befand, total verändert werden. Ein Jeder ist dann berechtigt den geringsten Unterschied für das Zeichen des Todes zu

1) Nysten, recherches de physiol. et de chim. path. Paris 1811.

2) Sommer, de signis mortem hom. absolut. ante putredinis accessum indic. Havniae 1833.

[illegible] für die [illegible]culäre, wie für die wahre [illegible] gelten, und es fällt damit jeder [illegible] Muskel einen idiomusculär contrahirten [illegible] Zwei Dinge, welche in einer wesentlichen [illegible] verschieden sind, können unmöglich [illegible].

[illegible] gegenüber hat also die Meinung, die [illegible] in einer Contraction, Alles gegen sich [illegible] für sich, während die Gerinnungstheorie Alles für [illegible] es nur diese beiden Alternativen giebt. [illegible] zwischen einem starren und einem contra[illegible] nicht allein in Hinsicht auf die elastischen [illegible], sondern in jeder anderen Beziehung auffallend. [illegible] sich doch vorzugsweise die feinen und dünnen [illegible] der Frösche. Der noch erregbare Muskel ist hier [illegible] durchsichtig, einerlei ob im contrahirten oder im er[illegible] Zustande, während der todtenstarre Muskel weiss, [illegible] undurchsichtig ist. Ich muss diesen Unterschied [illegible] betonen, da er fast regelmässig ausser Acht [illegible] wird, so leicht es auch ist ihn wahrzunehmen. Un[illegible]weise behauptet Kussmaul[1]) sogar das Gegen[illegible], dass ein todtenstarrer Muskel unter dem Mikroskop [illegible] eben so durchsichtig sei, als ein noch erregbarer [illegible] contrahirter. Wie die Vergrösserung einen undurch[illegible] Körper durchsichtiger erscheinen lassen könne, [illegible] anderen vorher durchsichtigeren, vermag ich in[illegible] nicht einzusehen, mir scheint vielmehr, dass die aus[illegible] Betrachtung im durchfallenden Lichte, wie sie bei der mikroskopischen Beobachtung geschieht, gerade geeignet sein müsste, jene Unterschiede recht zur Geltung kommen zu lassen. Ein im reflectirten Lichte weisser Körper kann wohl im durchfallenden Lichte schwarz werden, andere Wunder aber vermag das Mikroskop nicht herzuzaubern. In Folge der Kussmaul'schen Angaben habe ich mir häufig das Vergnügen bereitet, den Eintritt der Todtenstarre auch

1) Kussmaul, Prager Vierteljahrsschrift. 1[illegible].

unter dem Mikroskop zu beobachten. Ich reisse oder schneide zu dem Ende einen längeren schmalen Streifen aus den Oberschenkelmuskeln eines eben getödteten Frosches heraus, und breite dann die einzelnen Primitivbündel auf einer Objectplatte aus, unter Zusatz von einigen Tropfen Froschlymphe, Die Glasplatte ist nach Weber's Methode mit Spiegelfolie belegt, zwischen welcher sich nur in der Mitte eine Lücke befindet, die durch das Präparat überbrückt wird, und die beiden Spiegelbeläge befinden sich in leitender Verbindung mit einer Inductionsspirale. Betrachtet man sich nun ein so hergerichtetes Präparat bei starker Vergrösserung, so findet man, was bei genauerer Besichtigung auch schon das blosse Auge entdeckt, dass die Muskelfasern einzelne undurchsichtige Stellen besitzen, namentlich an den beiden Enden, wo die Schnittflächen sich befinden. Diese undurchsichtigen Stellen grenzen sich scharf von den hellen und durchsichtigen Partien der Muskelprimitivbündel ab, und wenn man mittelst der Beseitigung einer Nebenschliessung jetzt plötzlich einige kräftige Inductionsschläge unter dem Deckglas durchgleiten lässt, so sieht man, wie alle Muskelbündel sich nur an den durchsichtigen Stellen verkürzen und verdicken, während die ganz braun erscheinenden, undurchsichtigen Stellen, oder die in ihrer ganzen Länge von dieser Veränderung ergriffenen Primitivbündel nicht die leiseste Bewegung zeigen. Später dehnen sich die undurchsichtigen Stellen immer mit scharfer Grenze fortschreitend weiter über die Länge der Fasern aus, so dass ein Zeitpunkt kommt, wo das ganze Präparat im durchfallenden Lichte nur stark bräunlich erscheinende Fasern enthält, die im reflectirten Lichte weiss und opak aussehen. Dass diese Veränderung ausschliesslich von der Todtenstarre herrührt, sieht man leicht daran, dass erstens nur unerregbare Muskeln diese Erscheinung zeigen, und dass alle Einflüsse, welche die Todtenstarre herbeiführen, auch solche bräunliche und opake Muskelbündel erzeugen. Vorzugsweise sind daher immer die Schnittflächen und ihre Umgebung undurchsichtig, und ferner die Punkte, wo die Präparirnadeln die Fasern unsanft berührt haben.

Durch einen leichten Druck mit der Nadel kann man deshalb leicht den Primitivbündeln ein gemustertes Aussehen ertheilen, indem man abwechselnd auf eine durchsichtige Strecke eine durchsichtige folgen lässt. Am schnellsten tritt die Veränderung in der ganzen Länge der Primitivbündel ein, wenn man das Präparat in destillirtem Wasser betrachtet, sie verschwindet aber dort auch eben so schnell wieder, weil die contractile Substanz hinterher stark aufquillt, so dass sie wieder durchsichtiger wird. Sehr leicht ist es, diese Undurchsichtigkeit der starren Muskelstellen jeder Zeit zu beobachten, wenn man die frischen Muskeln in einer Lösung von Na Cl von 0,5—0,7% unter das Mikroskop bringt. Sie erhalten sich in einer derartigen Salzlösung länger erregbar und die einmal starren Stellen quellen nicht so rasch wieder auf. Nimmt man schon starre Muskeln von einem seit längerer Zeit getödteten Frosch, so ist es leicht sich zu überzeugen, dass die starren Primitivbündel immer trübe, undurchsichtig und bräunlich aussehen, während daneben gelegte frische Fasern immer ganz klar und durchsichtig, etwas bläulich dagegen abstechen, gleichviel ob sie sich in Ruhe befinden, oder tetanisch verkürzt sind durch die Ströme des Inductionsapparates. Man kann ferner unter dem Mikroskop auch an ganzen Muskeln die grössere Undurchsichtigkeit, welche die Todtenstarre begleitet, beobachten, wenn man z. B. zwei von den feinen Brusthautmuskeln der Frösche vergleicht, von denen einer ganz frisch, der andere von einem lange vorher getödteten Frosche genommen ist. Nach diesen Angaben, die Jeder leicht bewahrheiten kann, ist es dann wohl ausser Zweifel, dass der starre Muskel undurchsichtiger ist, als der lebende oder der contrahirte, einerlei ob mit oder ohne Mikroskop beschaut, und es ist leicht, auch an den feinen Muskeln kleiner Säugethiere, dem Diaphragma der Ratten z. B., denselben Unterschied unzweideutig wahrzunehmen. Die grössere Durchsichtigkeit der starren Muskeln ist wohl auch der Grund, weshalb die mit einem rothen Farbstoff durchdrungenen Muskeln vieler höheren Thiere längere Zeit

nach dem Tode mehr ziegelroth werden, im Vergleich zu der saftigen Fleischfarbe der frischen Muskeln.

Wir hätten somit neben den Unterschieden in den elastischen Eigenschaften noch einen zweiten ganz constanten und handgreiflichen in Hinsicht der optischen Eigenschaften, welche contrahirte und starre Muskeln auf den ersten Blick von einander unterscheiden lässt. Ausserdem ist ferner von du Bois-Reymond gezeigt worden, dass in dem todtenstarren Muskel auch leicht eine chemische Verschiedenheit von dem contrahirten nachgewiesen werden könne, da der starre Muskel meist sauer, der noch erregbare oder contractile aber in der Regel alkalisch reagirt.

Ich bin im Stande, die Beobachtungen meines hochverehrten Lehrers, welche derselbe ganz vor Kurzem veröffentlicht hat[1]), in allen Stücken bestätigen zu können. In der allergrössten Mehrzahl der Fälle bezeichnet der Eintritt der sauren Reaction im Muskel zugleich den Beginn der Starre, so dass die alkalische Reaction sehr wohl als charakteristisch für den noch erregbaren und noch nicht starren Muskel, die saure aber für den starren Zustand der contractilen Substanz in Anspruch genommen werden kann. Die einzigen Ausnahmen, welche ich davon gesehen habe, betreffen die freilich seltene Erscheinung, dass das noch schlagende Herz auf dem Querschnitte der Kammer schwach sauer reagirt, d. h. das violett gefärbte Lackmuspapier röthet. Ich habe ferner gesehen, dass das Herz eines Hundes, welcher von einer Hautwunde aus mit Upas antiar (?) vergiftet war, sehr stark sauer reagirte, ohne dass die Starre bereits begonnen hatte, aber während die Muskelfasern der Kammern und der Vorhöfe nicht die geringste Erregbarkeit mehr besassen. Andererseits kann es vorkommen, dass die Muskeln erstarren, ohne dass die alkalische Reaction dabei in die saure umschlägt, wie ich dies ganz constant bei Kaninchen beobachtete, welche Herr Cl. Bernard anderer Versuche halber

---

1) Aem. du Bois-Reymond de fibrae muscularis reactione ut chemicis visa est acida. Berlin 1859. — Monatsberichte der Berliner Akademie. 1859. S. 288.

[illegible] [illegible]. Hier folgt der Verlust der Erregbarkeit [illegible] [illegible] Starre fast unmittelbar auf den letzten Athemzug, [illegible] die Muskeln reagiren fortwährend stark alkalisch, ohne [illegible] ein Zeitpunkt eintritt, wo freie Säure darin nachgewie- [illegible] werden könnte. Bei alledem muss ich mich aber dafür [illegible], dass der Reactionswechsel der Muskeln auf das [illegible] an den Eintritt der Starre geknüpft ist. Es ist die [illegible] von freier Fleischmilchsäure, welche unter ganz be- [illegible] Umständen in allen Muskeln beginnt, und welche [illegible] einen Theil jener der contractilen Substanz eigenthüm- [illegible] Veränderungen ausmacht. Die Erörterung dieser Vor- [illegible] muss ich einer anderen Gelegenheit vorbehalten, es sei [illegible] nur das berührt, was streng genommen in das rein phy- [illegible] Gebiet fällt.

Dies Alles dürfte denn nun wohl mehr als genügen, um [illegible] die Vorstellung zu beseitigen, es sei die Todtenstarre [illegible] [illegible] dauernde Contraction. Der Unähnlichkeiten [illegible] Zustände wäre damit genug erwähnt. Wer an eine Contraction glauben will, muss mindestens eine neue Art derselben erfinden, mit der bis jetzt bekannten Muskelcon- traction hat die Starre nichts gemeinsames. Es ist nicht überflüssig aber auch solchen Erfindungen bei Zeiten vorzu- beugen, wenn man bedenkt, dass Schiff sogar bemüht ist nachzuweisen, wie die Umsetzungsproducte der contractilen Substanz nach dem Tode eine reizende Flüssigkeit liefern, welche den noch brauchbaren Rest derselben zur Contraction bestimme, jener idiomusculären Contraction, welche nach Schiff in der Todtenstarre ihren Ausdruck findet. Zum Beweise für diese Behauptung führt Schiff an, dass er die Schenkel einer Kröte habe starr werden sehen in der aus- gepressten Flüssigkeit eines erstarrten Kaninchenschenkels, und dass diese Starre dem Blutkreislauf später wieder ge- wichen sei. Im besten Falle beweist dies indessen immer nur das, dass ein todtenstarrer Kaninchenschenkel einem Krötenmuskel gefährlich werden könne, und durchaus nicht, dass die in dem Muskel eines Thieres enthaltene Flüssigkeit die contractile Substanz desselben Thieres zur Contraction

veranlassen könne. Ich habe derartige Versuche bei den Muskeln der Frösche wiederholt, und gefunden, dass die aus ganz frischen Froschmuskeln ausgepresste Flüssigkeit niemals erregend auf andere Froschmuskeln, z. B. den Sartoriusquerschnitt zu wirken vermag. Die stark saure Flüssigkeit von todtenstarren Froschmuskeln, oder die stark alkalische und ammoniakalische Flüssigkeit ganz verfaulter Muskeln wirken hingegen bisweilen als Reize für die gesunden Froschmuskeln, und die Erscheinungen sind hier ganz so, wie wenn man sie mit einer verdünnten Säure oder einem Alkali behandelt hätte. Anfangs entstehen starke Zuckungen vom Querschnitte aus, und später ein Zustand der Starre, wie ich ihn früher bei Gelegenheit der chemischen Reizung schon geschildert habe, und welcher wiederum mit der Contraction nichts gemein hat. Also auch diese Versuche von Schiff beweisen nichts für seine Ansicht, dass die Starre eine Contraction sei, sie zeigen nur in einer sehr dürftigen Weise, dass bei der Starre chemische Veränderungen entstehen, welche mit ein Grund für das Weiterschreiten derselben werden können, etwa wie ein Tropfen faulender Flüssigkeit eine grosse Menge noch unversehrter Mischungen rasch in die Fäulniss mit hineinziehen kann.

Merkwürdiger Weise hat man in der bekannten Reihe der an und für sich sehr interessanten Versuche, die nacheinander von Kay, Brown-Séquard[1]) und Stannius[2]) angestellt wurden, einen Beweis gegen die Brücke'sche Gerinnungstheorie und für die Idee der vitalen Action finden wollen. Diese Versuche sind eine weitere Ausdehnung des Stenson'schen Experimentes, des künstlichen Eintritts der Starre an dem Gliede eines lebenden Thieres, dessen Arterien man unterbunden hatte. Alle Beobachter stimmen darin überein, dass die so hervorgebrachte Starre der Muskeln wieder gelöst werden könne durch den erneuten Zutritt des

1) Brown-Séquard Compt. rend. 1851.

2) Stannius, Untersuchungen über Leistungsfähigkeit der Muskeln und Todtenstarre. Archiv f. physiol. Heilkunde XI.

[illegible] war [illegible] [illegible]ungsfähigkeit und die [illegible] wiederkehren solle.

[illegible] Versuche bei [illegible] [illegible] lieferten, wie [illegible] [illegible] weder etwas gegen [illegible] irgend etwas für den soge[illegible] der Muskeln bei der Todten[illegible] [illegible] Annahme der häufigen [illegible] und der Resorption grosser [illegible] Wunderbares darin zu finden [illegible] der geronnenen contractilen [illegible] Bahn, nicht allein die Starre [illegible] Muskels beseitigte, sondern auch [illegible] ihren früheren flüssigen Zustand wie[illegible]. So wenig wie in diesen Versuchen ein [illegible] Theorie liegen kann, eben[illegible] der Ansicht, welche die Starre [illegible] zusammenwirft. Wer in aller Welt hat [illegible] Muskelcontraction durch die [illegible] senen? Zum Ueberfluss habe ich [illegible] einen Versuch angestellt, indem ich den [illegible] oder auch den Gastroknemius direct mit dem [illegible] Stromesschwankungen reizte, [illegible] eine Massenligatur des Schenkels [illegible] war. Selbstverständlich zuckte der Muskel [illegible] Reize ruhig weiter, wenn ich die Li[illegible] mit das Blut wieder in die Muskeln und die Ge[illegible] Schwimmhaut drang. Der Jubel, dass die genann[illegible] den Todtentanz der Muskeln wieder zu [illegible] war also ganz unmotivirt, da dieselben [illegible] für den angenommenen letzten vitalen Act zu leisten [illegible] man nur so ungern scheiden wollte.

[illegible] kein physiologisches Experiment, das weiter [illegible] Extreme getrieben worden, als die Wiederbelebung der [illegible] durch das arterielle Blut. Brown-Séquard schien [illegible] Leichenerwecker aller Anatomien werden zu wollen; nach [illegible] Hingerichtete durch Injectionen von Hundeblut

in ansehnlicher Weise zu Kräften gelangt sein, und sein eigenes Blut wanderte in die Glieder der Pariser Verbrecher. Trotz alledem muss aber das Experiment jetzt in ganz anderer Weise gedeutet werden, da es niemals gelingt den unzweifelhaft unerregbaren und völlig starren Muskel eines warmblütigen Thieres durch den Blutstrom wieder in einen leistungsfähigen und reizbaren umzuwandeln, noch einen wirklich starren Muskel irgend eines Kaltblüters aus dem starren Zustand in den normalen zurückzubringen.

Die Angabe über die Zeit, wann die Starre in den Gliedern eintritt, von welchen man die Blutcirculation abgesperrt hatte, sind ausserordentlich verschieden, theils wohl wegen der wirklich beträchtlichen Zeitunterschiede, in denen die Erregbarkeit verloren geht und die Starre beginnt, je nach der Temperatur und noch vielen anderen äusseren Bedingungen, aber auch theils gewiss wegen der mangelhaften Kriterien, an welchen die verschiedenen Beobachter den sogenannten Muskeltod zu erkennen glaubten. Es ist nicht zu läugnen, dass es mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist, bei grösseren Thieren in jedem einzelnen Falle Rechenschaft abzulegen von dem Zustande der Muskeln, welche man nach der Vorenthaltung des Blutstroms von neuem mit der ernährenden Flüssigkeit speist, und schon darin fand ich einen Grund, bei der eigenen Wiederholung dieser Versuche vorzugsweise Frösche zu verwenden, bei welchen die Untersuchung bei weitem besser und genauer ausgeführt werden kann. Bernard und Kölliker haben bei Gelegenheit ihrer Untersuchungen über die Wirkung des Curara's das höchst sinnreiche Mittel angewendet, die ganzen Glieder mit Ausschluss der Nerven zu umschnüren, um eine ganz vollkommene Absperrung des Blutes in denselben möglich zu machen. Man kann diese Methode auf zweierlei Weise in Anwendung bringen, entweder so, dass man den Frosch von hinten her in der Lendengegend öffnet, die beiden Plexus ischiadici aufsucht und unter diesen hindurch den Ligaturfaden zieht, mit welchen man nun den ganzen Frosch so zusammenschnürt, dass die Schlinge ihn dicht über den Schenkeln, mit Ausnahme

[illegible] der [illegible] und [illegible] Muskels be-
wirkt. [illegible] tritt nur auch bei den Fröschen ein
Zeitpunkt ein, wo die Muskeln der unterbundenen Schenkel
nicht willkürlich erregbar werden, wo aber keine willkür-
lichen Bewegungen mehr möglich sind, und wo Reizung der
[illegible], gleichviel ob oberhalb oder unterhalb der
Ligatur ebenfalls keine Zuckungen mehr auslöst. Löst man
zu einer solchen Zeit nun die Ligatur, so tritt häufig schon
nach wenigen Minuten wieder Zuckung ein, wenn man den
Nerven reizt, und man sieht leicht ein, dass es sich hier um
die Restitution der Endorgane des motorischen Nerven han-
deln muss[1], da der Stamm an der Stelle, wo man ihn ge-
reizt, durch die Lösung der Ligatur in keine anderen Bedin-
gungen versetzt wurde, namentlich wenn der Versuch in der
Weise angestellt wurde, dass man den Nerven vorher beim
Austritt aus der Beckenhöhle durchschnitten und wenn man
ihn ganz isolirt aus der Wunde hat heraushängen lassen.

So viel von dem Theile der Erscheinungen, welcher aus-
schliesslich die Nerven angeht. Wir wenden jetzt unsere
Aufmerksamkeit auf die Veränderungen der Muskeln nach
der Absperrung des Blutstromes. In derjenigen Zeit, wo
diese deutlich zu werden pflegen, ist es ohnehin meist aus
mit den Nervenversuchen, da es auch bei der grössten Vor-
sicht nicht leicht ist, den letzteren vor Schaden zu hüten,
den ihm die unter ihm liegende Ligatur doch schliesslich
zufügt. Bei hoher Temperatur drängen sich die Verände-
rungen der contractilen Substanz sehr dicht auf einander, in
der Sommerwärme sogar der Art, dass die Starre in den
unterbundenen Schenkeln so rasch eintritt, dass es kaum

1) Aehnliche Versuche hat auch Brown-Séquard schon vor längerer Zeit an höheren Thieren angestellt. Um welches Endorgan der Nerven es sich hier handelt, ist schwer zu sagen. Die Ansicht, dass der Muskel selbst das wahre Endorgan derselben sei, wird besonders wahrscheinlich durch den von E. H. Weber beobachteten Fall einer Missgeburt, bei welcher das Fehlen der Nerven auch ein Ausbleiben der Entstehung von Muskeln zur Folge hatte. Es ist wohl richtiger, diesen interessanten Fall weniger gegen die Muskelirritabilität zu deuten, als im Sinne der genannten Anschauungsweise.

möglich ist, die einzelnen Phasen gehörig zu verfolgen. Am besten eignet sich zu diesen Beobachtungen eine Temperatur zwischen 10° und 12° C., wo die Starre erst nach 2 bis 3 Tagen vollkommen eintritt. Man beobachtet dann, dass die Muskeln sehr allmälig ihre Erregbarkeit verlieren, sich dabei stark mit Blutfarbstoff imbibiren und endlich in den starren Zustand übergehen. Um über alle Vorgänge gehörig in's Reine zu kommen, verfuhr ich folgendermaassen:

Nachdem das Anlegen der Ligatur den Verlust der willkürlichen Bewegungen hervorgebracht hatte, wurden die Thiere von Zeit zu Zeit mit den Unterschenkeln über die Elektroden der secundären Spirale des Schlittenapparates gelegt und jedes Mal nachgesehen, wie stark die Reizung sein musste, um Contractionen der Muskeln zu bewirken. Es ergab sich, dass die Inductionsrollen immer mehr an einander gerückt werden mussten, und dass am Ende des zweiten Tages in der Regel nur noch die allerkräftigsten Inductionsschläge sehr schwache Zuckungen in den Zehen hervorriefen, während der Gastroknemius und die anderen Muskeln in Ruhe blieben. Noch später wurde dann ein Schnitt durch die Haut auf der Wade gemacht, und die Elektroden direct an den Gastroknemius angelegt, wobei noch bisweilen ganz schwache locale Zuckungen einzelner Fasern des Muskels beobachtet werden konnten, und wenn dann schliesslich der Blutzufluss wieder hergestellt werden sollte, amputirte ich den einen Unterschenkel, dessen Muskeln ich nun einzeln abpräparirt untersuchte, während an dem anderen Beine die Ligatur gelöst wurde. Der unter der Ligatur abgeschnittene Schenkel giebt den besten Aufschluss über das Verhalten des anderen, da sich beide durchaus in denselben Bedingungen befanden, so dass man wohl den Befund an dem einen Schenkel auf den anderen zu übertragen berechtigt ist.

In mehr als 50 Versuchen habe ich nun gefunden, dass die Erregbarkeit der Muskeln niemals wiederkehrt, wenn dieselben wirklich starr d. h. hart, undurchsichtig und sauer geworden waren und auf keinerlei Reiz mehr reagirten, son-

[illegible] [illegible] in diesem Falle die Rückkehr des Blutes eine [illegible] [illegible] der [illegible] [illegible], wodurch die Thiere [illegible] [illegible] vergiftet werden und [illegible] mit dem Leben [illegible] [illegible].

In den meisten Fällen starben die Thiere schon 24 Stunden nach der Lösung der Ligatur, häufig auch noch früher; ich hatte aber bei einer niederen Temperatur von 3° C. [illegible] Frösche auch noch 4 und 5 Tage am Leben erhalten, und dennoch kehrte die Reizbarkeit nicht wieder. Die Rückkehr des Blutstromes ist leicht an der Schwimmhaut zu beobachten. Wenn die Ligatur nicht eingeschnitten hatte, und die Erweiterung der Gefässe durch vorsichtiges Zupfen mit einer feinen Pincette gut bewerkstelligt war, trat sie sogar in den feinsten Capillaren wieder ein. In anderen Fällen blieb sie aber in der Schwimmhaut auch ganz aus, und ich musste dann den Fuss abschneiden, um aus der blutenden Wunde die bestehende Blutzufuhr erkennen zu können. Die Folgen derselben bestehen darin, dass die Muskeln allerdings weicher werden, und auch ihre alkalische Reaction wieder gewinnen; und insofern findet allerdings eine Art von Lösung der Todtenstarre statt. Dieselbe ist aber gleichbedeutend mit der gewöhnlichen Lösung durch die Fäulniss, nur scheint sie rascher abzulaufen, woran die stete Durchfeuchtung mit dem alkalischen Blut wohl wesentlich Schuld sein dürfte. Namentlich fällt es auf, wie enorm die contractile Substanz dabei mit Blutfarbstoff getränkt wird, in der Weise, dass die Muskelprimitivbündel selbst unter dem Mikroskop ganz dunkelroth erscheinen.

Um über die Wiederkehr der Reizbarkeit Aufschluss zu erhalten, habe ich mich in allen Versuchen der kräftigsten elektrischen Erregung, so wie der Reizung mit Säuren und Alkalien bedient. Es ist mir aber nie gelungen, dabei die geringsten Verkürzungen zu sehen, obwohl ich immer sorgfältig die Messung mit einem Millimetermaassstabe an den frei aufgehängten Muskeln vornahm. Kurz niemals kehrte der normale Zustand der Muskeln wieder, auch nicht, wenn die Blutzufuhr gleich nach dem ersten Eintritt der Starre be-

werkstelligt wurde, und wenn dieselbe bei den in der Kälte aufbewahrten Thieren mehrere Tage anhielt.

So sehr nun diese Beobachtungen mit den Angaben der vorhin citirten Physiologen im Widerspruche stehen, so dürfte das Weitere dennoch genügenden Aufschluss über die Ursache dieser Differenz geben. Bei den Muskeln der kaltblütigen Thiere (den Fröschen, Schildkröten und den Eidechsen), giebt es unläugbar ein Stadium, wo sie durch kein Mittel mehr zur Contraction gebracht werden können, wo sie aber noch lange nicht starr sind, durchsichtig bleiben und noch alkalisch reagiren.

Betrachtet man in der früher angegebenen Weise frische Muskelbündel vom Frosch mit dem Mikroskop, so findet man, dass manche noch durchsichtige Abschnitte auch bei den stärksten Inductionsströmen in Ruhe bleiben. Setzt man dann eine verdünnte Säure oder ein Alkali hinzu, so tritt plötzlich in den Theilen und den Primitivbündeln, welche auf die Inductionsschläge noch mit Bewegungen reagirten, ein heftiges Krümmen und Winden ein, dann werden sie plötzlich bräunlich, undurchsichtig und trübe, und hierauf hellen sie sich langsam wieder auf; die Säure oder das Alkali beginnen die erstarrten Massen zu lösen. Die ersten Bewegungen sind Folgen der chemischen Reizung, das Undurchsichtigwerden ist die kurz verlaufende Starre, und dieser folgt die chemische Lösung. Diejenigen Bündel nun, welche bei den starken Inductionsschlägen in Ruhe blieben, bleiben auch unbewegt beim Zusetzen der chemischen Körper, sie gehen ohne Weiteres in den starren Zustand über, sie waren also unerregbar gegen alle Reizmittel und trotzdem noch nicht starr, wie ihre vollkommene Durchsichtigkeit beweist, welche sie durch das Auge nicht von den übrigen reizbaren trennen lässt. Eben dasselbe kann man nun auch an jedem ausgeschnittenen Froschmuskel sehen. Der Sartorius z. B. zeigt in den letzten Stadien seiner Erregbarkeit nur noch locale Contractionen. Wenn aber auch diese schwinden, und wenn der Muskel durch Eintauchen in Kali von beliebiger Concentration sich um keine Linie mehr verkürzt, ist er noch lange

[illegible] noch so durchsichtig wie zu Anfang. [illegible] dem Ansehen nach von keinem reiz[illegible] zu unterscheiden. In diesem Zustande, der [illegible] sehr kurze Zeit dauern [illegible] immer eine gewisse Frist, und erst später [illegible] ein, wobei er undurchsichtig, teigig und [illegible] Frischen kann also die Todtenstarre [illegible] Contraction sein, weil der Muskel selbst [illegible] gar nicht mehr im Stande ist, sich zu contra[illegible] diese Zwischenstufe zwischen dem starren und [illegible] Zustande fehlt hier nie.

[illegible] findet sich dieser Zustand nun auch [illegible] wenn die Glieder eines Frosches durch Unterbindung [illegible] erstarren und es ist von dem höchsten In[illegible] ein solcher Muskel durch die erneuerte Blutzu[illegible] wieder reizbar wird, wie ich in vielen Fällen [illegible]. Ein Gastroknemius, dem man gerade in diesem [illegible] die Ernährung wieder zu Theil werden lässt, fängt [illegible] an, auf alle Muskelreize zu reagiren, anfangs mit lo[illegible] Contractionen, später mit kräftigen über die Reizstelle [illegible] Zuckungen in der ganzen Länge der Mus[illegible].

[illegible] häufig fällt die Rückkehr der Erregbarkeit eines [illegible] in einem Versuche zusammen mit der entgegenge[illegible] Veränderung eines anderen, der durch das kreisende Blut in Fäulniss übergeht. Wie fast immer die Todtenstarre von oben nach unten fortschreitet, so geschieht es auch bei der Abbindung eines Schenkels, dass z. B. die Muskeln des Unterschenkels vollständig erstarren, während die des Fusses und der Zehen noch in dem Stadium sind, wo zwar die Erregbarkeit vollkommen verloren gegangen, die Starre in ihnen aber noch nicht Platz gegriffen hat. Ich habe in Folge davon oft beobachtet, dass nach der Lösung der Ligatur der Fuss auf den elektrischen Reiz wieder Bewegungen zeigte, während der Gastroknemius verfaulte. Genug ein einziger Versuch kann ganz klar zeigen, wie der einmal starre Muskel nicht wieder in seinen früheren Zustand zurückkehren

kann, während der noch nicht erstarrte aber unerregbare Muskel seine Contractilität wieder erlangt. Der Schluss ist darum wohl erlaubt, dass bei der Starre plötzlich eine tief eingreifende chemische Zersetzung eintrete, die eben durch den Blutstrom nicht wieder rückgängig zu machen ist.

Das Einfachste, das man sich unter diesem chemischen Vorgange denken kann und was am meisten den Veränderungen, welche während der Starre eintreten, entspricht, ist nun gewiss die Vermuthung, dass in der contractilen Substanz selbst etwas erstarre, etwas vorher Flüssiges fest werde, dass eine Gerinnung eintrete. Mein ganzes Streben musste deshalb darauf gerichtet sein, diese Gerinnung auch ausserhalb des Muskels zeigen zu können.

In einer vorläufigen Notiz in der medicinischen Centralzeitung und durch die gütige Vermittelung des Herrn Professor du Bois-Reymond im Monatsbericht der königlichen Akademie zu Berlin habe ich bereits Mittheilungen über Versuche gemacht, welche ich in dieser Richtung angestellt. Brücke selbst hatte ebenfalls versucht, aus den Muskeln warmblütiger Thiere eine Flüssigkeit auszupressen; er fand aber, dass dieselben unter der Presse selbst todtenstarr wurden. Dieser Umstand macht mich besonders zweifelhaft, ob die vor längerer Zeit von Simon und Virchow durch Auspressen aus frischen Muskeln erhaltene Flüssigkeit, welche spontan coagulirte, wirklich den coagulirenden Muskelstoff geliefert habe, oder ob das Gerinnsel nicht Fibrin aus den Blutgefässen der Muskeln gewesen sei. Es ist schwer darüber jetzt zu entscheiden, um so mehr, als die Angabe, dass der erhaltene Muskelsaft sauer reagirt habe, durchaus nicht mit der Reaction der frischen Fleischflüssigkeit übereinstimmt. Damit der Geschichte ihr Recht widerfahre, mögen diese Beobachtungen hier erwähnt sein, — ich gehe jetzt zur Mittheilung eigener Erfahrungen über.

Wie allbekannt tritt die Todtenstarre bei den kaltblütigen Thieren durchschnittlich sehr viel später ein als bei den Warmblütern, und es empfiehlt sich deswegen der zu allen physiologischen Versuchen so unschätzbare Frosch auch ganz

[illegible]

[illegible] nothwendig, bei der Untersuchung [illegible] vollkommen als möglich zu [illegible] bekannter Flüs- [illegible] Nachdem ich früher [illegible] und nach mit verdünnter [illegible] ich jetzt zu der besseren [illegible] eine Salzlösung anzuwen- [illegible] werthvolle Beobachtung ge- [illegible] wie die Muskeln nur in Salz- [illegible] Concentrationen längere Zeit erhalten [illegible] Wasser und die etwas con- [illegible] der verschiedensten Salze eine rasche [illegible] der Muskelsubstanz herbeiführen. Ich habe [illegible] Lösungen von Chlornatrium in Wasser [illegible] Kölliker angiebt, lange mit den Mus- [illegible] können, ohne dass sie in Starre [illegible] sind diese Lösungen für die contractile [illegible] Reizmittel, so dass eine Kochsalzlösung von [illegible] z. B. von dem Querschnitt des Sartorius [illegible] erzeugt, was, wenn auch minder regelmässig, [illegible] Gehalte von 0,5 pCt. eintritt. In Folge da- [illegible] Muskel, den man ganz in eine solche Flüssig- [illegible] eingetaucht hat, ein fortwährendes leises Flimmern sei- [illegible] und es ist zu verwundern, dass dennoch z. B. [illegible] Oberschenkelmuskeln des Frosches darin 3—4 [illegible] lang reizbar bleiben, ja dass die Erregbarkeit im Anfange nicht einmal merklich abnimmt.

Um die Frösche ihres ganzen Blutinhalts zu berauben,

giebt es daher kaum etwas Besseres, als eine Kochsalzlösung von 0,5 pCt. Man kann zwar noch bis zu 1 pCt. concentrirtere Auflösungen anwenden, es ist aber immer vorzuziehen, die Concentration nicht über 0,5 oder 0,7 pCt. zu steigern. Eine derartige Lösung hat den Vortheil, dass sie beim Einspritzen in die Gefässe keine übermässige Diffusion aus den Blutkörperchen erzeugt, und andererseits auch die Muskeln vor zu heftigen Veränderungen bewahrt, während beim Durchspritzen von reinem Wasser immer sehr starke Contractionen eintreten, worauf die Muskeln rasch starr werden. Vor dem Zuckerwasser hat die Salzlösung ferner das voraus, dass sie selbst unverändert bleibt, während der Zucker mit den thierischen Säften gemischt sehr bald zu gähren beginnt und dadurch ein Heer von unübersehbaren chemischen Umwandlungen nach sich zieht.

Das Verfahren bei der Entfernung des Blutes durch die Ausspritzung ist sehr einfach. Ich lähme die Frösche durch einen kräftigen Hieb auf den Kopf, dringe durch ein dreieckiges Loch zum Herzen und setze in den Aortenbulbus eine ziemlich weite Canüle ein, welche mit einer Ligatur gut befestigt wird. Darunter wird das übrige Herz weggeschnitten, so dass die Injectionsmasse aus den Venenmündungen frei wegströmen kann. Es ist bequem, die Injection nicht mit einer Handspritze, sondern mit einer kleinen Druckpumpe auszuführen, wie man sie jetzt nach dem Princip der Moderateurlampen fabricirt. Durch einen hinter der Canüle angebrachten Hahn wird die Stärke der Injection nach Belieben geregelt. Auf diese Weise ist es leicht, in kurzer Zeit alles Blut aus den Thieren zu entfernen. Anfangs strömt aus den Venen das reine Blut hervor, das immer heller und heller wird, bis endlich die klare Salzlösung zum Vorschein kommt, worauf man die Injection beendet. Während der Dauer der Einspritzung werden die Glieder ausserordentlich prall, und es treten auch nicht unbedeutende Zuckungen und Convulsionen dabei ein, die aber keinen weiteren Schaden anrichten können, indem die Muskeln nach der Injection immer noch lange genug erregbar bleiben. Will man endlich

... einmal verwenden, so ist es rathsam, sie ... Druckpumpe gemeinsam zu speisen, wozu ... mit Kautschukröhren und diese mit einer ... geschraubten verästelten Messingröhre versieht. ... Blut gereinigten blassen Muskeln müssen ... Knochen abpräparirt werden. Der Frosch wird ... enthäutet, ausgeweidet und dann die Bauch- ... die des Ober- und Unterschenkels mit der ... genommen. Es lohnt sich nicht, die kleineren ... er Füsse und der vorderen Extremitäten mit zu ..., weil damit eine überflüssige Zeit verloren gehen ... Bei der Isolirung der Fleischmassen ist ferner dar- ... achten, dass man sie nicht allzu sehr zerfetze, viel- ... habe ich es weit zweckmässiger und nicht viel zeit- ... gefunden, alle einzelnen Muskeln behutsam abzu- ...paren, womit man viel weiter kommt, als wenn man ... sucht, sie von den Knochen herunter zu schaben. Bei dem letzteren Verfahren zerreisst man so viel, dass die Mus- ... in einem bedauerlichen Zustande unter die Presse kommen.

Sind nun auf diese Weise die Muskeln von 5 bis 6 grossen Wasserfröschen zu einem Haufen gesammelt, so zerschneide ich sie mittelst einer langen, gekrümmten und recht scharfen Scheere in nicht zu kleine Stücke, begiesse dann das Ganze nochmals mit der Salzlösung, welche nach einigen Minuten wieder abgegossen wird, nachdem die Fleischmassen vorher gehörig damit geschüttelt waren. Der Umstand, dass das ablaufende Salzwasser keine Gerinnungen zeigt, beweist zur Genüge, dass bei der Präparation die geringe Menge von Lymphe von selbst abhanden gekommen, so dass von dieser Seite kein Einwand zu fürchten ist. Die mit dem Rest des Salzwassers stark durchfeuchteten Fleischklumpen, welche bei geschickter Manipulation immer noch stark alkalisch reagiren und sogar noch einzelne zuckende Muskelstück- chen enthalten müssen, werden nun in ein Tuch von sehr festem aber grob gewebtem Leinen geschlagen und unter einer kräftigen Presse langsam ausgepresst. Man thut gut,

die Pressflüssigkeit in zwei Theile zu sondern, eine Quantität, welche im raschen Strome abläuft, und eine andere, welche man zu sammeln beginnt, wenn einzelne Tropfen aus dem Pressatz langsam hervor zu quellen beginnen. Zuletzt strengt man seine Kräfte so viel wie möglich an, die Leinenumhüllung pflegt dann häufig zu reissen, und die Muskelmasse quetscht sich aus den nächsten Ritzen hervor. Die Pressschraube wird sodann möglichst rasch wieder emporgehoben, der Fleischkuchen mit der Hand schnell entfernt, mit der zuerst abgelaufenen Flüssigkeit noch einmal übergossen und das Ablaufende zum Ausspülen der Presse benutzt. Auf diese Weise sind beide Portionen der abgepressten Flüssigkeit wieder vereinigt.

Dieselbe besteht selbstverständlich zum grössten Theile aus Salzwasser, welches mehr oder minder mit der wirklichen Muskelflüssigkeit vermischt ist. Sie ist davon stark opalisirend, reagirt alkalisch und geht nur langsam durch ein Filter. Das Filtriren kann aber in allen Fällen besorgt werden, wenn man gute krause Filter anwendet, und wenn man ein rasch filtrirendes Papier besitzt.

Nach dem Filtriren ist die Masse etwas klarer, allein immer noch opalisirend, hauptsächlich aber von der Menge feiner Muskelstückchen befreit, welche die unfiltrirte Masse verunreinigen.

Man bedeckt sie hierauf und stellt sie ruhig bei Seite.

Die ausgepressten Muskeln sind zum Theil im höchsten Grade verändert, einzelne Fetzen, welche fest an dem Metall der Presse haften, sind anfangs im höchsten Grade klebrig, lassen sich aber später mit Leichtigkeit aus den Fugen herauskratzen, andere, namentlich die Gastroknemien, sind auch nach den kräftigsten Auspressungen noch ganz unversehrt, es kann sogar vorkommen, dass einer noch reizbar aus der Presse wieder hervorgeht. Diese Uebelstände sind zu vermeiden, wenn man geringere Mengen des Fleisches auf einmal unter die Presse bringt, handelt es sich indessen um eine gute Ausbeute an Flüssigkeit, so bleibt es immer vorzuziehen, viele Muskeln zu verwenden. Will man hingegen

die Veränderungen der Muskeln durch die Presse beobachten, so ist es besser, nur die Oberschenkelmuskeln von einem einzigen Frosch unter die Presse zu legen, dieselben gut mit Salzwasser anzufeuchten, und dann so stark wie möglich zu pressen. Ich habe es so eintreten sehen, dass die Muskeln ganz und gar zerquetscht waren, so dass man unter dem Mikroskop nicht eine heile Muskelfaser finden konnte. Die zusammengeschabte Masse bildete dann einen faserigen Brei, der nach dem erneuerten und gründlichen Abspülen mit Salzwasser in diesem Zustande blieb, keine Spur von Erstarrung zeigte und selbst die alkalische Reaction dauernd behielt.

Viel wichtiger sind indessen die Veränderungen, welche in der Flüssigkeit eintreten. Bei den letztgenannten Pressversuchen an kleinen Mengen findet man die faserige Muskelmasse in einer schmierigen und klebrigen Masse liegen, welche erst ziemlich undurchsichtig aussieht, nur mit Mühe aus dem Gefäss entfernt werden kann, und welche später weisslich und fest wird, wie ein frisches, speckhäutiges Blutgerinnsel, und zwar in ziemlich kurzer Zeit. Die filtrirte, mit Salzwasser stark verdünnte Pressflüssigkeit zeigt nach der ersten Stunde noch gar keine Veränderung. Bei einer Temperatur von 12—14° C. scheint dieselbe zuerst nach etwa 6 Stunden durchschnittlich einzutreten. Zu dieser Zeit bietet sie äusserlich gar nichts auffallendes, nur beim Schütteln sieht man, das etwas darin flottirt, und wenn man mit einer Pincette hineingreift, ist man überrascht, einen ganz ansehnlichen Klumpen eines klaren gallertigen Gerinnsels hervorzuziehen.

Bringt man eine Flocke dieser Masse unter das Mikroskop, so sieht man eine Art schleimiger und fetziger Materie, welche sich namentlich beim Zusatz von Wasser auf ein kleineres Volum zusammenzieht, trüber wird und endlich auch dem blossem Auge als weisser membranöser Fetzen erscheint. Ganz eben so verändert sich auch die Hauptmasse des Gerinnsels in der Salzlösung selbst. Am anderen Morgen findet man sie mit reichlichen weissen Flocken erfüllt, die sich einzeln herausfischen lassen. Bei hohen Temperaturen wird

die Flüssigkeit dann auch nicht mehr alkalisch[1]), sondern sauer gefunden, ich habe aber häufig auch die alkalische Reaction andauern sehen, welche selbstverständlich während der Fäulniss auch bestehen blieb.

Untersuchungen, welche ich über die Natur des spontan gerinnenden Körpers angestellt, haben ergeben, dass kein Grund vorliegt, denselben nicht Faserstoff zu nennen, wenn man alle übrigen spontan gerinnenden Körper auch so nennt. Die verschiedenen als chemisch gerühmten Unterschiede zwischen derartigen Körpern sind durchaus nicht hinreichend, um von dieser Benennung nach der vornehmsten Eigenschaft abzugehen. Ich muss mich mit diesen Angaben begnügen, da ich bei der Beschäftigung mit den chemischen Vorgängen in den Muskeln hinlänglich gesehen, auf wie verwickelten chemischen Processen der Verlust der Erregbarkeit und der Eintritt der Starre beruhen. Es genügt anzuführen, dass der freiwillig gerinnende Körper alle Charaktere der Eiweisskörper an sich trägt. Weitere Mittheilungen über seine chemische Natur muss ich einer chemischen Arbeit vorbehalten. Das Angeführte reicht hin um zu beweisen, dass in den Muskeln, in der contractilen Substanz selbst, ein spontan gerinnender Körper existirt, von welchem die Erscheinung der Todtenstarre abgeleitet werden muss. Die Todtenstarre ist eine Gerinnung, und alle anderen Meinungen darüber sind reine Hypothesen, denn es ist kein einziger Grund vorhanden, der zu der Annahme führt, dass neben dieser Gerinnung bei der Starre noch ein anderer Act mit unterlaufe. Die schwache Verkürzung der Muskeln, welche während der Starre eintreten kann, ist nichts anderes als die Zusammenziehung, welche das Muskelgerinnsel mit jedem anderen Coagulum theilt, und daher erklären sich alle Bewegungen,

1) Die Flüssigkeit ganz frischer und nicht durch langes Tetanisiren erschöpfter Muskeln ist immer alkalisch. Sie hat allerdings die Eigenthümlichkeit, das rothe Lackmuspapier blau und das blaue roth zu färben, die erstere Reaction ist aber immer stärker. Bedient man sich hingegen eines passend violett gefärbten Reagenspapiers, so beobachtet man nur eine Reaction, nämlich eine starke Bläuung.

[illegible] derselben [illegible] Da ist [illegible] [illegible] [illegible] des [illegible] Congress [illegible]

[illegible] auch mit [illegible] ohne Zw[illegible] [illegible] welche [illegible] ist es [illegible] [illegible] so wie [illegible]

[illegible] die Unters[illegible] [illegible]

und nach abermals 3 Stunden hatten sich diese Coagula zu festen, membranösen, weisslichen Flocken verdichtet. Ich habe den Versuch oft wiederholt, es ist mir aber leider nie gelungen, grössere Mengen dieser spontan gerinnenden Körper zu erhalten. Die Menge derselben beschränkte sich immer nur auf einige wenige Flocken, und ich würde in diesen Erfahrungen kaum eine Stütze für die Gerinnungstheorie finden, wenn nicht bei den kaltblütigen Thieren, wo die Verhältnisse so unendlich viel günstiger sind, das Resultat so ganz eclatant wäre. Bei dem Muskelsafte der Kaninchen und Hunde ist es mir indessen zuerst aufgefallen, dass auch noch bei beginnender Starre, wenn die Reaction schon in die saure umgeschlagen ist, so dass die Pressflüssigkeit das blaue Lackmuspapier entschieden röthet, noch derartige Gerinnsel auftreten können, und spätere Versuche zeigten mir, dass dies auch bei den Muskeln der Frösche eintreten kann. Es geht daraus hervor, dass der Act der Gerinnung bei der Todtenstarre kein ganz plötzlicher ist, sondern dass ein grosser Theil der contractilen Substanz schon geronnen sein kann; während ein anderer noch in dem flüssigen Zustande beharrt.[1])

Auf diesem Umstande beruht es, dass alle noch nicht zu weit abgestorbenen Muskeln, einerlei von welchem Thiere sie herstammen, selbst beim blossen Auspressen durch Einschnüren in Leinen, stets eine Flüssigkeit liefern, die immer eine gewisse Menge von weissen flockigen Gerinnseln absetzt, wenn man die zerschnittene Muskelmasse vorher gut mit der verdünnten Salzlösung durchtränkt hat. Auf den ersten Anschein könnte man diese Massen für jene häutigen Bildungen, welche man bei der Fäulniss immer leicht beob-

1) Es ist darum möglich, dass auch die Coagulationen, welche Virchow beim Auspressen frischer amputirter menschlicher Muskeln erhielt, eine gewisse Menge des spontan gerinnenden Muskelstoffs eingeschlossen, wenngleich die Hauptsache doch ohne Zweifel der Gerinnung des Blutfibrins zugeschrieben werden muss. Auf dieser Ueberlegung beruhen auch wohl die Zweifel, welche Virchow gerade bei dieser Gelegenheit gegen die Theorie Brücke's über die Ursachen der Todtenstarre geltend macht.

achtet, halten; sie entstehen aber stets zu einer Zeit, wo die Flüssigkeit noch sauer reagirt, und wo nicht der mindeste faulige Geruch daran wahrzunehmen ist. Fault die Lösung endlich, so treten auch jene häutigen Massen, welche mit Pilzen und Vibrionen durchsetzt sind, ausserdem immer noch auf, die ersten Gerinnsel aber entstehen schon nach einer bis 2 Stunden selbst bei einer niederen Temperatur von 8 bis 10° C., wo die Fäulniss noch lange auf sich warten lässt.

Nach dem bis hieher Angeführten kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Todtenstarre bei den Kaltblütern auf einer Gerinnung des Muskelinhalts beruht, und dass dieselbe hauptsächlich deswegen keine Contraction sein kann, weil sie eintritt, wenn der Muskel nicht mehr contractil ist. Bei den Warmblütern ist die Sache im Grunde dieselbe, wir sind nur hier nicht im Stande, so einleuchtend die Starre auch unabhängig von dem thierischen Gewebe in der isolirten Flüssigkeit darzustellen. Aus diesem Grunde muss hier auf den Verlauf der Muskelstarre bei den letzteren Thieren etwas näher eingegangen werden.

Man wäre gewiss schon seit langer Zeit über die Ursachen der Todtenstarre besser unterrichtet, wenn man die Beobachtungen auf alle Thierklassen ausgedehnt hätte. Es ist eine ganz grundlose Behauptung, wenn man angiebt, dass dieselbe bei den niederen Thieren, z. B. den Fröschen nur schwach ausgebildet sei, denn ein getödteter Frosch, dessen Muskeln unerregbar, undurchsichtig und sauer geworden, zeigt auch die übrigen Erscheinungen der Starre in dem Grade, dass er steif und hart wie ein Brett wird, so dass man ihn an den Zehen wagerecht schwebend halten kann. Der einzige Unterschied, welcher zwischen den verschiedenen Thierklassen besteht, liegt darin, dass die Starre zu anderen Zeiten eintritt.

Tödtet man Kaninchen oder Hunde durch einen Stich in das verlängerte Mark, so bemerkt man, wie schon nach einer Stunde bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (18° C.) das ganze Thier steif und starr wird, und dass immer einige Kraftanstrengungen nöthig sind, um die Lage der Glieder

zu ändern, welche schon nicht mehr den Einflüssen der Schwere folgen. Alle Muskeln fühlen sich durch die Haut hindurch härter an, als die eines daneben betasteten lebenden oder soeben getödteten Thieres, kurz für den äusseren Eindruck hat die Starre begonnen. Isolirt man dann diese Muskeln, so wird man immer finden, dass sie bei jeder Art der Reizung noch jene langsam fortschreitenden Contractionen zeigen, und es muss als ein Verdienst Schiff's anerkannt werden, dass er auf das lange Bestehen der Reizbarkeit nach dem Tode, zu einer Zeit wo die Starre schon begonnen, nachdrücklich aufmerksam gemacht. Hieraus erklärt sich denn auch noch besser, weshalb bei den warmblütigen Thieren das Fortschreiten der Muskelcontraction über die Reizstellen hinaus bald nach dem Tode eine so grosse Verlangsamung erleidet, während bei den Fröschen jene scheinbar localen und lange anhaltenden Verdickungen auf der Reizstelle nur so unvollkommen zum Vorschein kommen. Da die Starre bei den Warmblütern schon beginnt, während der Muskel noch erregbar ist, und da bei den Kaltblütern der Verlust der Erregbarkeit und der Eintritt der Starre zeitlich so bedeutend getrennt sind, so liegt der Schluss nahe, dass beide Vorgänge ganz unabhängig von einander seien, und dass nur die Molecüle des Muskels, welche in der Starre befindlich sind, nicht mehr an der Contraction Theil nehmen können, mithin nicht mehr Zeichen der Erregbarkeit von sich geben können. Ein Muskel kann ganz unerregbar, aber noch nicht starr sein, während ein ganz starrer Muskel nicht mehr erregbar und contractil sein kann.

Der zeitliche Unterschied, den die Starre bei Kalt- und Warmblütern darbietet, veranlasste mich, die Versuche von Stannius und Brown-Séquard auch an Kaninchen und Hunden zu wiederholen. Ich kann versichern, dass es ausserordentlich schwer ist, hier an dem lebenden Thiere den Blutstrom vollkommen von einer Extremität abzuschneiden, da sich durch die Verschliessung einer Arterie eine Menge von anderen kleineren Collateral-Gefässen erweitern, und der frühere Zustand wieder hergestellt wird. Beim Kaninchen

können die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Kenntniss [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] wenn man die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Arterien [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] epigastrischen [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] aber immer [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] halb, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] an den [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] die [illegible] [illegible] [illegible] der [illegible] über [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] die [illegible] [illegible] oder [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] durch Lösung der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] und überzeugte [illegible] an dem [illegible] der [illegible] von dem [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] Morgen [illegible] [illegible] Stunden, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Auf [illegible] des ganzen Körpers [illegible] [illegible] vollkommen [illegible], [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] in einem stark putriden Zustande, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], waren [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] und verbreiteten einen [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] war keine Spur von [illegible] [illegible] [illegible] die Todtenstarre war [illegible] [illegible] — aber [illegible] [illegible] [illegible].

[illegible] [illegible] des [illegible] vollkommen [illegible] [illegible] die [illegible] einzelner Gefässe, und die [illegible] [illegible] Schwankungen in den Resultaten, [illegible] [illegible]

unter anderen einst auch mehrere Muskeln ganz verfaulen sah, als nur die Aorta unterbunden und noch ein mässiger Kreislauf des Blutes fortwährend durch die Arteria epigastrica unterhalten wurde, machten ein anderes Verfahren wünschenswerth. Ich exarticulirte daher bei einem Hunde das Femur und durchschnitt darauf alle Weichtheile des Oberschenkelmuskels, mit Ausnahme der Arteria und Vena cruralis. Der Hund wurde auf einem Tische mit Stricken so befestigt, dass keine Zerrung der zarten Gefässbrücke entstehen konnte, durch welche der Schenkel mit dem übrigen Thiere noch verbunden war. Die beiden Blutgefässe wurden sodann mit einer Serre fine verschlossen und die Muskeln darauf von Zeit zu Zeit beobachtet, nachdem vorher ein Stück Haut entfernt worden war. Die Veränderungen in der Form der Muskelcontractionen bei der jedesmaligen Reizung waren hierauf ganz dieselben, wie sie oben von den allmälig absterbenden isolirten Muskeln geschildert sind, und am Ende der sechsten Stunde nach der Absperrung des Blutstromes hörte die Erregbarkeit auch in den tieferen Oberschenkelmuskeln ganz auf. Mechanische Reizungen und die gewaltigsten Inductionsschläge brachten keine Zusammenziehungen hervor. In dem Gastroknemius hingegen war noch eine Spur von Erregbarkeit vorhanden, und ein nahe an der Achillessehne angelegter Querschnitt bläuete das rothe Lackmuspapier, während die starren Oberschenkelmuskeln ganz schwach sauer reagirten. Jetzt nahm ich die Klemme von den Blutgefässen ab, und gleich darauf fühlte ich nicht nur den Puls in der Art. poplitea, sondern es drang auch Blut aus den Hautwunden und den Muskelquerschnitten hervor. Nach der Oeffnung der Gefässe lebte das Thier noch $1^1/_2$ Stunde. Dennoch trat keine Veränderung in den Oberschenkelmuskeln ein, die für immer ihre Erregbarkeit verloren hatten, und auch bis zu dem Tode des Thieres keinen noch so heftigen Reiz mit der leisesten Spur von Bewegung beantworteten. Im Gastroknemius wurde indessen eine unzweideutige Veränderung bemerklich, die Reizungen hatten kräftigere Erfolge, und endlich entstand bei elektrischer Reizung sogar eine flimmernde Bewegung mehrerer Muskelbündel, also gut fortgeleitete Contractionen

[illegible] einer beträchtlichen Länge der Fasern, wogegen die Contractionen vor der Rückkehr des Blutes nur in schwachen [illegible] Erhebungen bestanden, welche langsam über eine [illegible] Strecke der Fasern fortkrochen und dann verschwanden. Bei dem Tode des Thieres und nach dem Aufhören des Herzschlages reagirten die Oberschenkelmuskeln wieder alkalisch und waren augenscheinlich stark mit Blutfarbstoff imbibirt, so weit sich dies bei Gaslicht erkennen liess. Jedenfalls waren sie bedeutend gequollen und reichlich mit Flüssigkeit getränkt. Der Gastroknemius zeigte nichts von dieser Imbibition, seine Reaction hatte sich nicht geändert, sie war nach wie vor alkalisch. Der Versuch wurde mit dieser Probe um 10 Uhr Abends beendet. Am anderen Morgen 8 Uhr reagirten alle Muskeln des Cadavers sauer; nur die Oberschenkelmuskeln waren stark alkalisch, sehr tief gefärbt und völlig in Fäulniss begriffen. Die Temperatur im Laboratorium war während der Nacht von 19° bis auf 13° gesunken.

Ich konnte nicht hoffen, den oben beschriebenen Versuch günstiger ausfallen zu sehen. Die Exarticulation des Oberschenkels ist eine zu eingreifende Operation, als dass auf eine längere Erhaltung der Thiere gerechnet werden konnte. Selbst wenn man ganz lege artis dabei verfährt, ist die Blutung doch so stark, dass eine tödtliche Erschöpfung immer zu fürchten ist. Ich versuchte später mit Herrn Bernard die Amputation mit dem Écraseur vorzunehmen, was aber an dem Zerbrechen unserer Instrumente scheiterte.

Wir schufen uns deshalb einen neuen Écraseur, indem wir bei Kaninchen mit einer Packnadel hart neben dem Femur den Schenkel durchstachen, dabei einen starken Bindfaden unter der Schenkelvene und Arterie hindurchzogen und nun die innere Seite des Beines zusammenschnürten. Ebenso wurde auf der äusseren und unteren Seite verfahren und schliesslich das Femur durchschnitten, nachdem alle Weichtheile unter den 3 Ligaturen abgelöst waren. Der Bindfaden-Écraseur hatte so gut gewirkt, dass es kaum

nöthig war, das Messer dabei zu Hülfe zu nehmen. Nur die Haut musste wirklich zerschnitten werden.

Der so isolirte Kaninchenschenkel hing nun mit dem übrigen Körper nur noch durch die beiden Blutgefässe zusammen, die dann mit einer Klemme verschlossen wurden. Alles trat genau so ein, wie bei dem Hunde. Erst nach 7 Stunden wurden die Muskeln ganz unerregbar, ziemlich gleichzeitig aber auch die Muskeln des Unterschenkels. Als letztes Zeichen der Erregbarkeit galten immer nur die beschriebenen schwachen localen Contractionen an der Reizstelle, was ich von Neuem erwähnen muss, da manchen diese lange Dauer der Erregbarkeit frappiren könnte. Die Reaction aller Muskeln wurde sauer, wie überhaupt beim Absterben, und ich muss nach vielen derartigen Versuchen Schiff widersprechen, der behauptet, dass beim Unterbinden der Gefässe keine saure Reaction eintrete, sondern eine alkalische, welche die Starre (in Schiff's Sinne die idiomusculäre Contraction) hervorrufe. Anfangs scheint es allerdings, namentlich wenn die Vene gleichzeitig mit unterbunden wird, dass die Muskeln stärker alkalisch reagiren, als sonst gleich nach dem Tode, im Augenblicke aber, wo der letzte Rest der Erregbarkeit schwindet, fand ich die Reaction immer sauer, die Muskelquerschnitte gaben dann immer schwache Röthung des violetten Lackmuspapiers. In diesem Stadium bewirkt nun auch die Rückkehr des Blutes bei Kaninchen keine Wiederbelebung der Muskeln, sondern die Fäulniss greift ebenso rasch um sich, wie bei dem Hunde, und die Thiere gehen deshalb nach der so bewerkstelligten Lösung der Starre an einer putriden Infection zu Grunde. Ist hingegen noch einige Erregbarkeit in den Muskeln vorhanden, so werden sie durch das wiederkehrende Blut für einige Zeit von neuem reizbarer. Schliesslich tritt aber doch Fäulniss ein, und kein Thier kommt mit dem Leben davon, nach einer derartigen Operation. Der Grund des Todes scheint auch hier immer wieder in dem faulenden Organe zu liegen. Gewiss ist, dass nach dem Tode des Thieres die Muskeln des amputirten Schenkels immer früher als die des übrigen Körpers faulen,

auch wenn dieselben ihre Reizbarkeit noch nicht völlig verloren, und bei der Rückkehr des Blutes sich beträchtlich wieder erholt hatten.

Es schien mir wünschenswerth, den Zeitpunkt so genau wie möglich zu bestimmen, nach welchem der Blutstrom keine Restitution mehr hervorbringt. Ich nahm dazu die Sartorii oder Recti femoris vom Hund, welche ich vorsichtig aus dem eben getödteten Thiere herauspräparirte, und welche ich dann mit dem Blute des Hundes ausspritzte. Derselbe wurde deswegen durch einen Schnitt durch den Hals getödtet, das Blut aufgefangen, geschlagen und dann durch Leinen filtrirt. Legt man von 2 isolirten, gleichnamigen Muskeln den einen nur in das Blut hinein, den anderen aber in einen feuchten Raum, so findet man, dass nach einer Stunde der erstere auf dieselben Reize viel kräftiger reagirt als der andere, und zwar bei jeder Art der Reizung, bei der elektrischen wie bei der mechanischen, durch Druck oder Schlag. In dem einen pflanzen sich die Contractionen fast über die ganze Länge der Bündel fort, während sie in dem letzteren langsam eintreten und langsam weiterschreiten. Viel auffallender ist dieser Unterschied noch, wenn man eine Stunde nach dem Tode den einen Muskel durch seine Arterie mittelst Injectionen mit Blut speist. An den genannten Muskeln ist das leicht zu bewerkstelligen. Wenn der Hund recht gross war, sind die Arterien leicht zu finden und weit genug für die Canülen. Etwaige Seitenöffnungen klemmt man mit Serres fines zu. Bei dieser Behandlung hat sich mir nun das nach dem Obigen vorauszusehende Resultat ergeben, dass der Muskel, welcher einmal seine Reizbarkeit gänzlich verloren hat, dieselbe auch nicht wieder gewinnt, und es war mir leicht, in dieser Zeit auf dem Querschnitt die ersten Anfänge der sauren Reaction zu entdecken. Hinter dem Querschnitt wurde der Sartorius oder Rectus mit einem Faden abgebunden, und dann die grosse Menge des geschlagenen, stark hellrothen, arteriell gefärbten und bis zur Körpertemperatur wieder erwärmten Blutes nach und nach durch seine Gefässe

hindurchgetrieben. Die alkalische Reaction kehrte wieder, die Reizbarkeit aber war dahin.

Nach diesen Versuchen glaube ich daher den Satz vertheidigen zu können, dass ein einmal unerregbarer, ganz starrer und schwach sauer reagirender Muskel eines Warmblüters durch das Blut nicht wieder erregbar werden könne, dass dagegen die Starre und die saure Reaction dabei der Fäulniss weichen, und ferner, dass die Erregbarkeit, wo sie noch im Sinken begriffen ist, wieder restituirt werden kann, wenn auch nach längerer Zeit der Muskel doch der Fäulniss anheimfällt. Bei den Kaltblütern andererseits kehrt die Erregbarkeit wieder, wenn sie auch schon gänzlich verloren gegangen, der Froschmuskel geht aber durch die erneuerte Blutzufuhr ganz zu Grunde, wenn er einmal wirklich starr und sauer geworden ist.

Diese Resultate sind, wie ich glaube, mit den früheren Beobachtungen ganz vereinbar. Stannius sah die Restitution nur an solchen Muskeln, welche noch erregbar waren und Brown-Séquard konnten die letzten schwachen Contractionen der Muskeln leicht entgangen sein, da er sie nicht direct beobachtete, sondern den Reiz mit 2 durch die Haut gesteckten Nadeln, die mit einem galvanischen Apparat verbunden waren, einwirken liess. Verstärkte sich durch die Blutzufuhr die Reaction der Muskeln, so konnten Bewegungen durch die Haut hindurch wahrgenommen werden, während sie vorher nicht erkannt werden konnten. Ausserdem weiss man aber nicht, ob nicht Brown zu schwache Reize angewendet, als er die Muskeln für ganz unerregbar erklärte. Ich habe mich dazu eines du Bois-Reymond'schen Schlittenelektromotors mit 2 Grove'schen Elementen bedient. Bei ganz übereinander geschobenen Rollen sind die Inductionsschläge von solcher Mächtigkeit, dass ich annehmen muss, der Muskel sei wirklich vollkommen unerregbar gewesen, wenn er keine Bewegungen mehr zeigte.

Mit derjenigen Modification, welche die Wiederbelebungsversuche der Muskeln in ihren Resultaten durch diese neueren Erfahrungen erhalten, sind dieselben also noch viel

weniger geeignet, eine Stütze für die Contractionstheorie und eine Waffe gegen die Lehre von der Gerinnung bei der Todtenstarre zu liefern, und wir ständen nun jetzt bei der Frage, was denn eigentlich in der Muskelsubstanz gerinne. Ehe wir hierzu übergehen, muss noch eine zweite Art der Starre abgehandelt werden, welcher mit der Todtenstarre dasselbe Schicksal getheilt hat, ebenfalls für eine Contraction gehalten worden zu sein.

2. Die Wärmestarre.

Nach den Angaben von Pickford[1]) soll ein Froschmuskel, welcher 25 Secunden in Wasser von 65° R., oder mehrere Minuten in Wasser von 30° R. verweilt hat, starr und steif werden, wobei er sich verkürzt. In diesem Zustande ist der Muskel völlig unerregbar, soll aber nach wenigen Minuten seine frühere Erregbarkeit wieder gewinnen, wobei die Starre sich von selbst löst. Schiff[2]) will ausserdem bestätigt haben, dass ein in Wasser von 36° R. in einer Minute steif gewordener Froschschenkel sich nach 4 Minuten völlig wieder erholt. Diesem entgegen steht die Bemerkung von Wundt[3]), der bei den bezeichneten Wärmegraden wohl die Starre eintreten sah, die Lösung derselben und die Rückkehr der Erregbarkeit aber nicht beobachten konnte.

Dies ist in Kurzem Das, was seither von der Wärmestarre bekannt geworden. Die geringe Aufmerksamkeit, welche man diesen Beobachtungen geschenkt hat, beruht gewiss zum Theil auf den offenbar sehr mangelhaften Methoden, welche Pickford bei seinen Versuchen anwendete, ein Umstand, der schon von Eckhard hervorgehoben ist, andererseits aber wohl auf der allgemein bekannten Thatsache, dass auch kaltes Wasser einen sehr verderblichen Einfluss auf die Muskelsubstanz ausübt, indem das blosse Benetzen und Eintauchen in nicht erwärmtem destillirten Wasser die Mus-

1) Pickford, Zeitschrift für rat. Medicin, red. von Henle und Pfeuffer. Neue Folge I. S. 110.

2) Schiff, Lehrbuch der Physiologie S. 44.

3) Wundt, die Lehre von der Muskelbewegung S. 66.

kelstarre sehr rasch herbeiführt. Hieran schliessen sich die Beobachtungen von du Bois-Reymond, welcher fand, dass die thierischen Organe, wie Nerv und Muskel, auch durch die gewöhnliche Körpertemperatur, wenn man sie z. B. in den Mund nimmt, ziemlich schnell verändert werden, so dass ein Gastroknemius bald in Starre verfällt. Die strahlende Wärme eines glühenden Körpers setzt nach du Bois ebenfalls die Erregbarkeit herab, und der Nervenstrom wird meistens dadurch umgekehrt.

Bei der Wiederholung der Versuche über die Wärmestarre stellte ich mir vor Allem die Aufgabe, zu untersuchen, ob die Wärme überhaupt ein Reizmittel für den Muskel sei. Es dürfte bekannt sein, wie leicht es ist, mittelst einer glühenden Nadel einzelne Muskelbündel zum Zucken zu bringen. Breitet man den frischen Sartorius eines Frosches auf einer Glasplatte aus, und berührt man ihn an irgend welchem Punkte, auch an seinen nervenlosen Enden mit der Spitze eines rothglühenden Drathes, so zuckten meist immer die Fasern, welche direct verbrannt wurden, und zwar in ihrer ganzen Länge, so dass Längsfurchen entstehen, auf deren Boden eine zitternde Bewegung stattfindet. Hohe Wärmegrade sind also als Reize ebensowohl für die nervenlose contractile Substanz zu betrachten, wie für die Nerven selbst. Bei niederen Temperaturen hingegen, welche für den Nerven als Reize wirken, findet man nur sehr selten Muskelzuckungen, wenn die Temperatur der contractilen Substanz allein erhöht wurde. Um die erregende Wirkung der Wärme auf die Muskelsubstanz genauer zu studiren, bediente ich mich folgender Vorrichtung, welche, wie ich glaube, allen Anforderungen genügen dürfte.

Als Medium der Wärme wandte ich nicht Wasser an, sondern reines Olivenöl [1]) oder Quecksilber, zwei Flüssigkeiten,

1) Das käufliche Olivenöl reagirt häufig sauer und kann bei diesen Versuchen deshalb leicht zu Täuschungen Anlass geben. Es ist darum gut, dasselbe vorher zu prüfen, was nach dem Verfahren von Berthelot am besten so geschieht, dass man einige Tropfen des Oels mit Alkohol schüttelt und hierauf einige Tropfen blaue Lackmus-

die nur nach längerer Zeit verderblich für den Muskel werden, während das Wasser, namentlich das salzfreie, destillirte in kurzer Zeit bei ganz niederer Temperatur Zuckungen bewirkt und den Eintritt der Starre beschleunigt. Das Quecksilber oder das Oel befand sich in einer Schale von emaillirtem Eisenblech, welche 250 Cub.-Cent. der Flüssigkeit fasste, und diese war wieder in eine zweite sehr grosse Schale eingesetzt, die mit einer grossen Menge Wasser angefüllt war. Zwischen den Wänden beider Schalen fand keine directe Berührung statt, sondern das kleinere Gefäss wurde von drei Holzklötzen getragen, welche lose auf den Boden der grossen Schale gesetzt wurden, ehe das Wasser hinein gegossen worden. In das Oel oder das Quecksilber tauchte ein an einem Holzstative befestigtes Thermometer von Fastré, dessen Scale in fünftel Grade getheilt war, in allen Versuchen so, dass die erwärmte Flüssigkeit gerade bis an den Anfang der feinen Quecksilbersäule reichte. Selbstverständlich wurden die Thermometer vorher auf ihre Richtigkeit geprüft. Mit Hülfe einer kleinen Spirituslampe, welche ich hoch oder tief unter das Wasserbad stellen konnte, war es nun sehr leicht, jeden beliebigen Temperaturgrad längere Zeit constant herzustellen. Das Thermometer musste mir immer genauen Aufschluss über die Temperatur des Oels oder des Quecksilbers geben. Weiter reichte natürlich die Genauigkeit nicht, da es unmöglich ist, die jedesmalige Temperatur des eingetauchten Muskels kennen zu lernen und alle Angaben beziehen sich deshalb nur auf die Temperatur des Mediums, welches denselben umgab.

Ich muss zuvor erwähnen, dass ich ausser den Wärmegraden, welche in dem Wasserbade erreicht werden konnten, auch noch mit anderen höheren Temperaturen arbeitete, und dass ich schon dabei bemerkte, wie höchst unsicher die Er-

---

tinctur hinzufügt. Ist viel freie Fettsäure vorhanden, so röthet sich die Tinctur sogleich, in Fällen, wo nur Spuren zugegen sind, erst beim Erwärmen. Ich bediente mich bei meinen Versuchen des ganz frischen neutralen Oels, welches dem mit Kali neutralisirten selbstverständlich vorzuziehen ist.

folge der directen thermischen Muskelreizung sind. Obwohl es immer gelingt, mit der glühenden Nadel einzelne Primitivbündel zum Zucken zu bringen, so bleiben dieselben im Sartorius doch auch häufig ganz aus, wenn man z. B. seinen ganzen Querschnitt plötzlich mit einer Flamme berührt. In diesem Falle kann man nur sicher Zuckungen erzeugen, wenn man mit der Flamme sogleich ein grösseres Stück verbrennt. Ich legte dabei den Muskel auf eine Glasplatte, deren Rand er um einige Millimeter mit seinem breiten oberen Ende überragte, und auf diese Weise blieb der nicht direct getroffene Theil noch nach vielen Versuchen reizbar. Etwas leichter entstehen aber die Zuckungen, wenn man den Muskel an der Stelle seines Nerveneintritts quer durchschneidet, und diesen Querschnitt mit der Flamme brennt. Noch viel seltener treten aber die Zuckungen ein, wenn man noch niedrigere Wärmegrade anwendet, z. B. einen Draht, der eben aufgehört hat zu erglühen, und selbst das bis zum Sieden erhitzte Quecksilber oder Oel erregen nur äusserst selten den Muskel von seinem nackten Querschnitte aus. Bei alledem hat es mir indessen doch nicht gelingen wollen, irgend constante Resultate zu erhalten. So oft auch die Erregung ausblieb, so konnte ich nie mit Sicherheit voraussagen, ob bei dem einen oder dem anderen Experimente nicht dennoch Zuckungen erfolgen würden.

Vielmehr steigerte sich die Unregelmässigkeit noch bei den unter 100° C. liegenden Temperaturen. Liess ich den oberen Sartorius-Querschnitt plötzlich die Oberfläche des in dem Wasserbade befindlichen Oels oder Quecksilbers berühren, so traten zwar in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche keine Zuckungen ein, zuweilen aber schien der Muskel doch erregt zu werden, namentlich wenn der am Hilus angelegte Querschnitt erwärmt wurde. Die äusserste Grenze, bei welcher die Zuckungen eintreten können, scheint die Wärme von 50 bis 45° C. zu sein, obgleich die Erscheinung hier zu den grössten Seltenheiten gehört. Bei so niederen Temperaturen ist ferner kein Unterschied mehr zu bemerken bei Anwendung verschiedener nervenhaltiger oder

nervenlöser Querschnitte, und das Gesagte gilt für alle Methoden der Reizung, sei es dass die erwärmten Flüssigkeiten nur den Querschnitt oder eine grössere Strecke umspülten. Als Erregungsmittel der Muskeln steht also die Wärme auf der niedersten Stufe.[1])

Jede stärkere Erwärmung der Muskeln hat aber den augenblicklichen Eintritt einer sehr ausgebildeten Starre zur Folge. Die Muskeln werden weiss und undurchsichtig, schrumpfen ausserordentlich zusammen und sind dann ganz hart und steif. Da diese Erscheinungen so ungemein ausgeprägt sind, und ein wärmestarrer Muskel einen todtenstarren darin noch um vieles übertrifft, so müsste es gewiss sehr wunderbar sein, wenn dieselben binnen Kurzem wieder erweichten und ihre Erregbarkeit wieder erlangten. Niemals habe ich indessen diese Behauptung von Pickford und Schiff richtig finden können. Jeder starre Muskel bleibt für immer starr, einerlei bei welcher Temperatur die Starre eingetreten und in welchem Medium, und ich muss es sehr bedauern, dass diese Angabe schlechterdings mit keiner der

1) Nach den Versuchen von Calliburcès (Compt. rend XLVII. 25. Oct. 1858) wäre es nicht unmöglich, dass in dieser Beziehung ein durchgreifender Unterschied zwischen den animalischen und den organischen glatten Muskelfasern bestände. Es geht aus den Versuchen dieses Autors hervor, dass die peristaltische Bewegung des Magens und der Därme durch Wärmeschwankungen selbst innerhalb der physiologischen Grenzen mächtig angeregt werden könne. Es bleibt aber andererseits sehr zweifelhaft, ob die Wärme hier direct als Muskelreiz gewirkt habe, ja es wäre denkbar, dass sie nicht einmal als Nervenreiz im gewöhnlichen Sinne die Contractionen mittelbar hervorgerufen. Die peristaltischen Bewegungen entstehen aus so vielen unbekannten Ursachen, dass man sich nicht wundern darf, wenn die Wärme vielleicht nur als Hebel dient, um die eine oder die andere dieser unbekannten Ursachen auf's Neue nach dem Tode in Wirkung zu setzen. Man fühlt sich zu dieser Betrachtung sehr geneigt, wenn man bedenkt, dass der Unterschied zwischen animalischer und organischer Bewegung nur in dem zeitlichen Verlauf derselben besteht, und wenn man ferner erwägt, dass nach Eckhard Temperaturen unter 45° C. sehr wenig geeignet sind, um den Zustand der Erregung in den Nerven auszulösen.

früheren Beobachtungen vereinigt werden kann. Schiff sagt nichts Näheres über die Art und Weise seines Verfahrens und nur die Pickford'schen Versuche konnte ich so anstellen, wie sie von ihm selbst ausgeführt sein müssen. Jeder einzelne Muskel vom Frosch, den man 25 Secunden in irgend welche auf 65° R. (etwa 82° C.) erwärmte Flüssigkeit taucht, sei es in Wasser, in Oel oder in Quecksilber, hat seine Reizbarkeit für alle Zeiten eingebüsst, und auch ein ganzer Froschschenkel ist nicht besser daran. Bei dieser Temperatur werden die Muskeln fast augenblicklich dermaassen hart und steif, dass sie mit keinem contrahirten und nicht einmal mit einem todtenstarren nur entfernt verglichen werden können. Ziemlich dasselbe gilt für die Muskeln, welche eine ganze Minute hindurch einer Temperatur von 36° R. oder 45° C. ausgesetzt werden, und von denen Schiff behauptet, dass sie sich nach 4 Minuten wieder völlig erholten.

Für die erwähnten Temperaturen ist also kein Ausweg vorhanden, durch welchen der Widerspruch zwischen den angeführten Beobachtungen mit denen von Pickford und Schiff erklärt werden könnte. Die übrigen Angaben Pickford's sind mir dagegen erklärlich. Ein Muskel, der bis auf 30° R. mehrere Minuten lang erwärmt war, soll starr geworden und später wieder auf Reize sich contrahirt haben. Sartorii, welche ich entweder in Quecksilber von derselben Temperatur (37,5° C.) mittelst einer aufgedrückten Glasplatte untertauchte, oder welche ich ganz in ebenso erwärmtes Oel einsenkte, wurden erst nach längerer Zeit schwach starr, und es kann in einem solchem Zustande sehr leicht kommen, dass die Muskeln, welche vorher selbst ganz schwache Inductionsschläge mit kräftigen Zuckungen beantworten, dies später nicht mehr thun, bei verstärkter Reizung noch später aber schwache Contractionen zeigen. Ich legte deshalb den Sartorius auf die Platinbleche der stromzuführenden Vorrichtung von du Bois-Reymond und merkte mir den Abstand der Inductionsrollen, bei welchen die ersten Zuckungen eintraten. Senkte ich dann den Muskel in das auf 37,5° C. er-

wärmte Quecksilber ein, so war die Erregbarkeit schon nach einer Minute so weit gesunken, dass die Rollen beträchtlich weiter an einander gerückt werden mussten, um wieder die ersten Zeichen der Erregung auszulösen. Niemals geschah es aber, dass ein solcher Muskel nach längerer Ruhe und längerem Aufenthalte in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume wieder erregbarer wurde, er ging vielmehr, wie andere Muskeln, der weiteren Starre entgegen. Hatte ich ferner einen Sartorius durch längeres Erwärmen auf 37,5° C. gerade so weit verändert, dass auch die stärksten elektrischen, mechanischen oder chemischen Reizungen keine Contractionen mehr hervorriefen, so war er, wenn auch noch nicht durch und durch starr, doch in einem Zustande, aus dem er sich nie wieder erholte, da zu keiner Zeit dieselben Reize wieder Bewegungen anregten. Man kommt bei diesem Verfahren dahin, dass die Muskeln ihre Erregbarkeit vollständig verlieren, trotzdem aber ziemlich durchsichtig und weich bleiben und das rothe und violette Lackmuspapier bläuen. Erwärmt man sie etwas länger, so schrumpfen sie und werden starr, undurchsichtig und hart, und die Reaction ist jetzt sauer. Innerhalb kurzer Zeit kann also die contractile Substanz bei 30° R. alle die Veränderungen durchmachen, welche sie überhaupt constant nach dem Tode zeigt, und welche sich bei sehr niederen Wärmegraden über mehrere Tage erstrecken.

Dieser Umstand dürfte jetzt wohl von vornherein den alten Glauben zerstören, dass die Starre eine Contraction sei. Wir werden sehen, dass gerade bei der Wärmestarre am schönsten der Grund aufgedeckt werden kann, welcher wiederum in einer Gerinnung besteht. Die Todtenstarre tritt, wie allbekannt, bei niederen Temperaturen langsam ein, bei höheren rascher. Ein präparirter Froschschenkel kann im Winter wochenlang reizbar bleiben, im hohen Sommer wird er in einigen Stunden starr. Jemehr die Wärme steigt, desto mehr verkürzt sich die Zeit des Eintritts der Starre, und bei einer ganz bestimmten Temperatur wird sie unmessbar, das ist für den Froschmuskel bei 40° C. Taucht man einen dünnen Muskel, z. B. den Sartorius des Frosches in Oel,

Wasser oder Quecksilber von genau 40° C. ein, so wird er augenblicklich starr — hart, undurchsichtig und sauer, er verhält sich dann gerade so wie ein todtenstarrer Muskel, und auch das kreisende Blut vermag ihm nicht seine früheren Eigenschaften zurückzugeben.

So wahrscheinlich der letztere Satz an und für sich lautet bei der grossen Aehnlichkeit zwischen der Todtenstarre und der bei 40° eintretenden Veränderung, wollte ich doch nicht unterlassen, denselben auch durch den Versuch selbst zu erweisen. Ich band zu dem Ende 3 bis 4 Frösche auf ein Holzgestell so fest, dass sie mit den Vorder- und Hinterbeinen der Länge nach ausgestreckt wurden. Hierauf versenkte ich das Gestell in senkrechter Lage in ein Blechgefäss mit Wasser, welches auf 40° C. erwärmt war, so dass das Letztere nur die Beine bis an die Mitte der Oberschenkel umgab. Die Thiere zeigten durch Winden und Drehen, dass die Temperatur auch ihren sensiblen Nerven unangenehm sei, und ich befreite sie deshalb so bald als möglich aus der qualvollen Lage. Später, nachdem sie ihrer Fesseln beraubt und in kaltes Wasser gesetzt waren, schienen sie ganz munter zu sein, obgleich sie die Unterschenkel steif und unbeweglich nachzogen und hauptsächlich durch die Bewegung der vorderen Extremitäten umherschwammen. Den grössten der Frösche tödtete ich auf der Stelle und untersuchte seine Muskeln, welche ich bis zur Mitte der Oberschenkel vollkommen starr, sauer und unerregbar fand. Die übrigen Theile der Oberschenkelmuskeln waren kaum von normalen Muskeln zu unterscheiden, sie waren vielleicht um ein Geringes weniger erregbar, als die Muskeln der vorderen Extremitäten. Der eine Frosch, welcher sich unter ganz denselben Bedingungen befunden hatte, lieferte mir so Aufschluss über den Zustand der übrigen. Die Letzteren wurden ferner mit den Beinen auch über die Elektroden eines kräftigen Inductionsapparats gelegt, und damit auch bei diesen der vollkommene Verlust der Erregbarkeit bestätigt. Meistens fand ich gleich darauf die Circulation in den Schwimmhäuten gehemmt, sie stellte sich aber bald darauf wieder her, manch-

mal, dauerte sie sogar während des Erwärmens ruhig fort und sie habe ich dabei Stockungen in den grösseren Gefässen eintreten sehen, da das Abschneiden der Beine gleich nachdem die Frösche aus dem Wasser hervorgezogen waren, immer sehr heftige Blutungen zur Folge hatte. Wir können uns also auf diesem Wege einen starren Muskel erzeugen, dessen Blutcirculation fortwährend erhalten bleibt.

Nach den früheren Angaben über die Wärmestarre sollte man nun meinen, dass diese erstarrten Schenkel, die ja von selbst ihre Starre verlieren und ihre Erregbarkeit wieder gewinnen sollten, bei erhaltener Ernährung durch das Blut gerade mit grosser Leichtigkeit zu ihren früheren Fähigkeiten gelangen müssten. Aber mit Nichten! Die Glieder sind und bleiben verloren, und es kann hier noch besser, wie bei der durch Blutentziehung erzeugten Starre gezeigt werden, dass der Blutstrom auch noch nach Wochen nicht den alten Zustand wieder herstellt. Bei der anderen Art der Erstarrung trat uns die fortschreitende Fäulniss hindernd in den Weg; hier fault der Muskel nicht, er erhält seine alkalische Reaction wieder, imbibirt sich stark mit Blutfarbstoff, bedroht aber das Leben des Thieres weiter nicht, da er eine Art körnig fettige Umwandlung zu erleiden scheint, bei welcher er wieder weicher wird, dem Einflusse der erregten Nerven aber für immer entzogen bleibt. Ich habe solche Frösche 4 und 5 Wochen am Leben erhalten, die Circulation blieb die ganze Zeit im schönsten Gange, und trotzdem wurden die Muskeln nicht einen Augenblick wieder erregbar, kein Reiz erzeugte auch nur die schwächste Spur einer Bewegung. Von einer Lösung der Wärmestarre in dem ehedem gemeinten Sinne kann also die Rede nicht sein. Es sei hier noch hinzugefügt, dass auch die durch höher als 40° C. gelegenen Temperaturen erzeugte Starre nicht weicht, und dass Froschbeine, die durch längeres Erwärmen zwischen 35 und 37° C. endlich starr geworden waren, starr und unerregbar blieben, dass aber hier der Starre die wirkliche Fäulniss bisweilen nachfolgte, an welcher die Thiere zu Grunde gingen.

Was die bei 40° plötzlich hervorbrechende Starre der

gemeinen Todtenstarre noch ähnlicher macht, das ist, ausser allen übrigen angeführten Charakteren, der Umstand, dass nur der noch nicht starre Muskel und die ungefaulten Organe bei dieser Temperatur in Starre verfallen.

Die von Pickford und Schiff beobachtete Erstarrung (Schiff spricht nur von 36° R.) ist nicht allein dem unerregbaren, sondern auch dem schon todtenstarren, und endlich dem gefaulten Muskel eigen, womit die Behauptung von Schiff, dass die Wärmestarre „nichts anderes als die bekannte idiomusculäre Zusammenziehung“ sei, nochmals einen argen Stoss erhält. *Auch diese Starre ist wie die Todtenstarre, und die Wärmestarre von 40°, eine eclatante Gerinnung.*

Es wurde oben erwähnt, dass die aus frischen Froschmuskeln gewonnene Pressflüssigkeit bei niederen Temperaturen langsam, bei höheren rasch coagulire. Dieselbe verhält sich in dieser Beziehung wie die Muskeln. Ich habe sie Tage und Wochen lang bei einer 0° nahen Temperatur bewahrt, ohne dass sie gerann, brachte ich sie dann in ein warmes Zimmer, so war die ganze Gerinnung binnen wenigen Stunden beendet. Wenn sich hierin schon zeigt, wie sehr die Gerinnung des spontan gerinnenden Körpers der contractilen Substanz von der Temperatur abhängt, und wenn wir auch hierin eine grosse Uebereinstimmung zwischen dem Verhalten des unversehrten Muskels und der aus ihm gewonnenen Flüssigkeiten finden, so steigert sich dieses Verhältniss noch zur vollständigen Uebereinstimmung dadurch, dass die Muskelflüssigkeit *augenblicklich*, in unmessbarer Zeit coagulirt, bei genau derselben Temperatur, bei welcher der frische noch leistungsfähige, oder der unerregbare, aber *noch nicht starre* Muskel plötzlich starr wird, nämlich bei 40° C. Man braucht nur eine beliebige Menge der Muskelflüssigkeit in einem Glase mit eingestecktem Thermometer zu erwärmen, um zu finden, dass die Quecksilbersäule gerade bis zur Höhe von 40° C. emporgestiegen ist, wenn die ganze Flüssigkeit beginnt sich mit dicken Flocken zu erfüllen. Zur genaueren Untersuchung des Temperatur-Einflusses auf die

Gerinnung der Muskelflüssigkeit brachte ich je 20 Cub. Cent. derselben in ein Probirröhrchen, in welches ich ein Thermometer bis zum Beginn der Quecksilbersäule einsenkte, stellte dann dieses Röhrchen in das Oelgefäss der vorhin beschriebenen Vorrichtung, und erwärmte allmälig die letztere mit der Weingeistlampe. So musste mir das Thermometer ganz genau anzeigen, wann der Inhalt des Proberöhrchens gerade 40° C. erreicht hatte. Durch Probiren und Verstellen der Lampe ist es nach einigen Versuchen dann auch leicht, Alles so einzurichten, dass die Temperatur der zu untersuchenden Flüssigkeit den bezeichneten Wärmegrad nicht übersteigt.

Die einzelnen Erscheinungen bei der Gerinnung bestehen darin, dass die vorher klare oder nur schwach opalisirende Lösung allmälig trüber und milchig wird, zuletzt bis zur vollkommenen Undurchsichtigkeit. Man kann dieses Milchigwerden nur als einen Vorläufer der Gerinnung auffassen, um so mehr, als die eigentliche Coagulation sich dadurch ankündigt, dass die Flüssigkeit wieder klarer wird, statt dessen aber nun eine grosse Menge dicker und fester weisser Flocken absetzt, welche in ihr auf- und niedersteigen. Nur diese Erscheinung ist es auch, welche genau bei 40° C. plötzlich eintritt, während die blosse Trübung viel allmäliger und auch schon etwas unter 40° eintritt. Andererseits kann aber die flockige Gerinnung, wie schon aus dem vorher Gesagten hervorgeht, auch eintreten unter 40° C., bei gewöhnlicher Zimmerwärme, rascher hingegen beim künstlichen Erwärmen und zwar so, dass die auf circa 30° erwärmte Flüssigkeit in 1 Stunde, bei 35°, bis 38° in ½ Stunde einen flockigen Bodensatz zeigt. Die Menge der, wie man sagen könnte, freiwilligen Gerinnsel, wenn man als solche die langsam und allmälig ausgeschiedenen bezeichnet, scheint aber nie ganz so bedeutend, als die grosse Menge klumpiger Massen zu sein, welche bei 40° plötzlich auftreten. In Uebereinstimmung damit steht wieder, dass auch die unversehrten auf 40° C. erwärmten Muskeln eine etwas ausgeprägtere Starre zeigen als die gemeinhin als todtenstarr benannten, so dass

die Wärmestarre vielleicht eine kleine quantitative Differenz gegenüber der Todtenstarre erkennen lassen dürfte. Der Unterschied ist indessen nicht bedeutend genug, um die Anschauung zu widerlegen, dass die Gerinnungen der contractilen Substanz, welche spontan und allmälig eintreten, und diejenigen, welche plötzlich bei immer noch verhältnissmässig niedrigen Temperaturen zum Vorschein kommen, im Grunde genommen einerlei seien, so dass die Wärme nur ein begünstigendes Moment darstelle.

Wie der todtenstarre Muskel sauer reagirt, so ist es auch mit dem in Oel, Quecksilber oder Wasser bei 40° plötzlich erstarrten Muskel. Wird ein Gastroknemius auf diese Weise wärmestarr, so reagirt sein Querschnitt augenblicklich intensiv sauer, er röthet das blaue und violette Lackmuspapier. Es ist hier noch nicht der Ort, auf die Ursachen dieser Erscheinung näher einzugehen, es muss nur sogleich bemerkt werden, dass in dieser Beziehung keine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der aus dem Muskel gewonnenen Flüssigkeit und dem Organ selbst existirt. Auch bei der freiwilligen Gerinnung der Muskelflüssigkeit kann sehr leicht die saure Reaction ausbleiben, sie bleibt dann bis zum Beginn der Fäulniss fortwährend ganz schwach alkalisch. In denjenigen Fällen aber, wo die Muskeln erst ausgepresst wurden, als schon ein Theil todtenstarr geworden war, und wo man aber trotzdem eine schwach alkalische Pressflüssigkeit erhält, tritt in der Regel auch in der letzteren früher oder später die saure Reaction hervor. Will man eine Muskelflüssigkeit gewinnen, welche ganz dieselben Verhältnisse wiederholt, wie der erstarrende Muskel selbst, so muss man das Filtriren meiden, in welchem Falle immer die alkalische Reaction in die saure umschlägt, während der Gerinnung, sei es dass diese nun freiwillig und allmälig, oder plötzlich bei 40° eintrete. Man sieht also, dass die Gerinnung und der Eintritt der sauren Reaction zusammen vorkommen, dass aber beide Processe nicht nothwendig an einander gebunden sind, da ein starrer Muskel, trotzdem er meist sauer ist, auch

den Platinbleche des Inductionsapparats, dessen Rollen ein wenig über einander geschoben waren. Der nicht eingetauchte Theil des Muskels zuckte sehr heftig, während der erstarrte nicht die mindesten Bewegungen zeigte. Ich spaltete hierauf den Muskel seiner ganzen Länge nach in 2 Platten und legte zwischen dieselben ein Stück violettes Lackmuspapier. Der erstarrten Hälfte entsprach hierauf ein rother und der unversehrten Partie ein blauer Fleck. Die Folgen der Erwärmung auf 45° sind also so weit dieselben, wie bei der auf 40° C. Vergleicht man aber 2 Muskeln, von denen der eine auf 40°, der andere auf 45° erwärmt waren, so sieht man, das der letztere weit härter und undurchsichtiger ist als der andere, so dass man beide auf den ersten Blick unterscheiden kann, um so mehr, als die unbelasteten Muskeln bei der Erstarrung zugleich eine Verkürzung eingehen, welche im letzteren Falle weit bedeutender ist. Deutlicher noch wird der bezeichnete Unterschied, wenn man einen Sartorius erst ganz bei 40° erstarren lässt, und nachträglich die eine Hälfte dann noch auf 45° C. erwärmt. Auf den ersten Blick ist dann der starrere Theil von dem anderen zu unterscheiden.

Da ein bei 40° wärmestarr gewordener Muskel bei 45° noch starrer wird, so wird es nicht überraschen, dass auch ein allmälig todtenstarr gewordener Muskel, von einem seit längerer Zeit getödteten Frosche, bei jener Temperatur einen höheren Grad der Starre zeigt. Ich nahm zu dem Ende wieder den Sartorius, den ich zur Hälfte in Oel tauchte. In allen Fällen, auch wenn die Todtenstarre nicht nur durch blosses Verweilen nach dem Tode eingetreten war, sondern auch wenn sie durch Einlegen in destillirtes Wasser oder durch Vergiftung mit Rhodankalium[1]) künstlich und

1) Auch bei der durch Muskelgifte oder durch die Imbibition mit destillirtem Wasser eingetretenen Starre kehrt die Erregbarkeit niemals wieder. Ich habe an solchen Muskeln die Versuche von Heidenhain wiederholt, der unerregbare Muskeln durch längeres Durchfliessen starker constanter Ströme wieder „erregbar" werden sah, ohne eine Wiederkehr der Erregbarkeit eintreten sehen zu können. Auch

schneller erzeugt worden war, sah ich stets sehr deutlich die stärkere Starre an der auf 45° C. erwärmten Hälfte zum Vorschein kommen. Zur Controle wurden die Versuche ausserdem noch mit dem erwärmten Quecksilber und mit Wasser wiederholt, womit der Schein wegfällt, als ob das Oel in so kurzer Frist an und für sich einen verderblichen Erfolg herbeigeführt habe.

Es muss ferner noch hinzugefügt werden, dass die mit den letzteren Mitteln rasch zur Todtenstarre geführten Muskeln bei 40° keinerlei Veränderungen mehr zeigten.

Die bei 45° eintretende „Wärmestarre" ist also verschieden von der Todtenstarre, da sie auch starre Muskeln noch befallen kann. Wenn hieraus schon hervorgeht, dass diese Erscheinung nicht beeinträchtigt wird durch viele andere in dem Muskel vor sich gehende Processe, so springt dies noch auffallender in die Augen bei noch weiter veränderten Organen, welche durch die Fäulniss ihrem Verfall entgegengehen. Jeder Froschmuskel, auch der faulende, ganz weiche und mit Pilzen und Vibrionen bedeckte, erstarrt beim Erwärmen auf 45° C. zu einer harten, weissen und undurchsichtigen Masse.

Gehen wir dieser Erscheinung auf den Grund, so können wir wiederum an eine Contraction nicht denken. Die Formveränderungen, welche der Muskel ebenfalls dabei erleidet, mag man Contraction nennen, es besteht dann aber auch kein Hinderniss das Zusammenrollen eines gebrannten Haares oder einer Sehne eben so zu bezeichnen; — mit der eigentlichen Muskelcontraction haben alle derartigen Dinge selbstverständlich Nichts gemein. Wie der Irrthum hat entstehen können, dass so veränderte Muskeln von selbst wieder er-

---

der Versuch von v. Wittich ist mir nicht gelungen, durch Wasser erstarrte Muskeln mittelst Bestreuen mit Na Cl wieder erregbar zu machen, ich sah vielmehr die Starre bestehen bleiben, eben so wie die saure Reaction, obgleich das Volum der gequollenen Muskeln abnahm. Man sollte übrigens meinen, dass das Bestreuen mit Salz vollends hinreichen müsste, um einen im Wasser noch nicht ganz abgestorbenen Muskel zu vernichten.

schlaffen und wieder erregbar werden, weiss ich nicht, da auch die angegebenen Zeiten, während welcher Pickford und Schiff ihre Präparate erwärmten, mehr als genügen, um jene Veränderungen in der vollkommensten Ausbildung hervorzurufen. Vielleicht bezeichnet Wundt die Ursachen jenes Irrthums richtig, wenn er annimmt, dass in jenen Versuchen nur die oberflächliche Schicht der Muskeln starr gewesen sei, und dass die innere noch erregbare erst nach einiger Zeit den starren Mantel habe ausdehnen können, worauf die Reizbarkeit scheinbar von neuem zurückgekehrt sei.

Die Starre, welche die Muskeln bei 45° befällt, ist eine Gerinnung. Damit es dieser Ansicht ebenfalls nicht an Beweisen fehle, müssen wir wieder denselben Weg einschlagen wie früher, wir müssen suchen die Gerinnung unabhängig von dem Muskelgewebe in einer Flüssigkeit herzustellen. Nichts ist in der That leichter, als das. Man braucht nur eine beliebige Menge todter oder gefaulter Froschmuskeln zu nehmen, dieselben mit der Schere zu zerkleinern, mit destillirtem Wasser zu begiessen, und den nassen Fleischklumpen einfach durch ein Handtuch abzupressen. Man erhält eine opalisirende Flüssigkeit, welche leicht filtrirt werden kann. Was durch das Papierfilter läuft, ist immer noch schwach opalisirend, und reagirt meist sauer, wenn die grössere Menge der Muskeln noch nicht gefault war. Hat man Muskeln verwendet, welche schon längere Zeit gehörig todtenstarr waren, so coagulirt diese Flüssigkeit nie von selbst. Man thut sie, wie vorhin angegeben, in ein Probirröhrchen und erhitzt dieses in einem Oelbade. Bei 40° tritt gar keine Veränderung ein, eben so wenig zwischen 40 und 44°. Erwärmt man nun langsam weiter, so wird sie plötzlich milchig, und bei 45° setzt sie eine enorme Menge dicker, fester Flocken geronnener Eiweisskörper ab, während zu gleicher Zeit die Flüssigkeit wieder klarer wird.

So wie ein Muskel nach einander todtenstarr oder wärmestarr bei 40° und hinterher noch einmal starr bei 45° C. werden kann, so ist es auch mit der Flüssigkeit, welche

dem lebenden Muskel entspricht und welche spontan gerinnt. Nachdem sich aus derselben alle Gerinnsel abgeschieden haben, am besten durch längeres Erwärmen auf gegen 40° C. wird sie filtrirt und nun von neuem in das Oel gestellt. Erhitzt man jetzt weiter auf 41 und 42°, so bleibt sie fortwährend klar, bei 43° aber setzt sie von neuem eine grosse Menge fester Gerinnsel ab. Die Ausscheidung erfolgt vollständig bei 43° C., denn nach längerem Aufenthalte in dieser Temperatur coagulirt die von den Gerinnungen abfiltrirte Lösung nicht wieder bei 45°. Der Grund für diese Differenz zwischen dem Verhalten der beiden letzterwähnten Muskelauszüge liegt darin, dass in dem einen Falle reines Wasser mit der Muskelflüssigkeit gemischt war, in dem anderen Salzwasser von 0,5 bis 1 pCt. Wie man seit Panum's Untersuchungen weiss, kann die Temperatur, bei welcher Eiweisskörper coaguliren, herabgesetzt werden, wenn man sie mit Salzlösungen zusammenbringt, um so weiter, je concentrirter diese sind. Der Körper, welcher in dem Muskel selbst coagulirt, coagulirt wie wir sahen auch in beliebiger Verdünnung mit Wasser bei derselben Temperatur, zieht man dagegen die todtenstarren Muskeln statt mit reinem Wasser mit Na Cl-Lösungen von 0,5—1 pCt. aus, so gerinnt die Mischung schon bei 48 oder auch zwischen 42 und 43° C. [1]).

Der bei 43° C. gerinnende Eiweisskörper muss noch flüssig oder vielmehr in Lösung sein, wenn der Muskel schon todtenstarr ist, und darauf beruht seine leichte Darstellbarkeit. Es ist nicht einmal nöthig, Muskeln aus einem gewissen Stadium der Todtenstarre zu nehmen, um ein Wasserextract zu erhalten, dass erst genau bei 45° C. coagulirt. Man nehme ganz frische Froschmuskeln, zerhacke dieselben sehr fein, lasse sie eine Stunde mit dem doppelten Volum destillirten

[1]) Hieraus geht zugleich hervor, dass die Gerinnung der dem lebenden Muskel entsprechenden Flüssigkeit, welche nur mit einer Salzlösung gemischt gewonnen werden kann, bei 40°, nicht etwa daher kommt, dass der an und für sich bei 45° coagulirende Körper durch das Salz bei einer niederen Temperatur sich ausscheidet, da sonst die Lösung nicht bei 40, sondern bei 43° C. zuerst coaguliren müsste.

Wassers stehen und giesse das Flüssige dann durch Leinen ab. Die mechanische Zerkleinerung und die Wirkung des Wassers bringen hier gerade die vollständige Erstarrung des spontan gerinnenden Muskelstoffs hervor. — Was übrig bleibt, und mit dem Wasser gemischt gewonnen wird, beginnt dann gerade erst bei 45° C. zu gerinnen.

Niemand wird daran zweifeln, dass die Erscheinungen, welche bei noch höherem Erwärmen in den Muskeln eintreten, auch Gerinnungen seien, namentlich das plötzliche Erstarren in der Siedhitze. Was hier vorgeht, ist sicherlich höchst complicirter Natur, worauf schon das von du Bois-Reymond entdeckte interessante Factum hinweist, dass ein plötzlich auf 100° erhitzter Muskel immer stark alkalisch reagirt, während er beim allmäligen Erwärmen bis zur Siedhitze fortwährend sauer bleibt. Man wird gut thun, bei so merkwürdigen Anzeichen seine Aufmerksamkeit nicht allein auf die Coagulationen zu richten, da die Wirkung der Wärme noch ein Heer von anderen Veränderungen mit sich bringt, welche um so mehr Berücksichtigung verdienen, als gerade die einfachsten Agentien, welche wir einwirken lassen können, uns am besten Aufschluss geben werden über die Natur noch unbekannter Körper. Da auf dieses Gebiet hier nicht näher eingegangen werden kann, so mögen nur noch die über 45° C. eintretenden Coagulationen mit berücksichtigt werden. In Folge der sauren Reaction des Saftes starrer Muskeln coagulirt die daraus erhaltene Flüssigkeit ganz besonders gut, und man kann durch Kochen nirgends besser alles Eiweiss entfernen, als hier. Die letzten Spuren eines in der Wärme gerinnenden Eiweissstoffes scheinen indessen schon bei 90° vollständig ausgeschieden zu werden, so dass zur Befreiung der Lösung von Eiweiss nicht einmal Siedhitze erforderlich ist.

Zwischen der letzten Ausscheidung bei 90° und der ersten bei 40 oder 45° giebt es in allen fractionirten Coagulationen, nach dem jedesmaligen Abfiltriren, beim allmäligen Steigern der Wärme, immer wieder neue Ausscheidungen, deren Zahl schwer bestimmbar ist, um so mehr, als es schwer

ist, die wirklichen Gerinnungen von den immer wieder kommenden milchigen Trübungen zu scheiden.

Wie allbekannt, zeigen namentlich faulige, eiweissartige Flüssigkeiten, zum Theil wohl wegen ihrer alkalischen Reaction, beim Erwärmen nur eine sehr unvollkommene Gerinnung, welche immer mehr jenen milchigen Trübungen gleicht. Bei sehr faulen Froschmuskeln tritt darum die Starre auch bei 45° C. nicht in ihrer vollen Stärke ein, und die Flüssigkeit solcher Muskeln wird bei 45° C. dann auch nur milchig. Es ist aber von ganz besonderem Interesse, dass sich an solchen Muskeln wirklich nachweisen lässt, wie eine Lösung der Todtenstarre im wahren Sinne des Wortes existirt. Der Ausdruck war bisher nur dem Wiederweichwerden der erstarrten Muskeln entnommen, er passt aber vortrefflich, da diese Erscheinung wirklich in einer chemischen Lösung des vorher spontan ausgeschiedenen Gerinnsels besteht. Man beobachtet, dass die aus faulenden Froschmuskeln ausgezogene Flüssigkeit schon bei 40° milchig wird, was die aus blos starren erhaltene nicht thut, selbst wenn sie nachträglich für sich zu faulen beginnt. Weiter geht diese Ausscheidung nun nicht, woran offenbar die stark alkalische Reaction Schuld ist. Neutralisirt man aber diese Flüssigkeit vor dem Erwärmen mit einer minimalen Menge verdünnter Milchsäure, so dass sie entweder nur noch ganz schwach alkalisch bleibt oder höchstens eine Spur von freier Säure enthält, so setzt sie nach dem Filtriren innerhalb einiger Stunden ganz von selbst flockige Gerinnsel ab, welche in beträchtlicher Menge auch plötzlich erscheinen, wenn man sie bis auf 40° C. erhitzt. Der Saft faulender Muskeln zeigt also dasselbe wie der ganz frischer, wenn er nur mit Vorsicht neutralisirt, und damit die Wirkung des bei der Fäulniss gebildeten Ammoniaks gedämpft wird. Dass der Grund davon in der wirklichen Wiederlösung des vorher spontan geronnen gewesenen Körpers bestehe, von welchem die Todtenstarre herzuleiten ist, wird dadurch noch evidenter, dass bei der wirklichen Entfernung dieses Körpers die Flüssigkeit durch die Fäulniss nie dasselbe Verhalten wieder erlangt.

Zieht man todtenstarre und gefaulte Muskeln mit Wasser aus, so erhält man keine Spur jenes geronnenen Stoffs in Lösung. Fault die letztere, und wird sie dabei stark alkalisch, so coagulirt sie doch immer erst bei 45° C., auch nach dem Neutralisiren mit Milchsäure.

Nach dem bisher Mitgetheilten scheint nun die Anschauung auf festen Füssen zu stehen, welche die Erscheinungen der Muskelstarre allein auf Gerinnungen zurückführt. Die Todtenstarre und diejenige Starre, welche bei 40° C. eintritt, wären nämlich als identisch zu betrachten, und eine Wärmestarre könnte allenfalls die bei 45° hervortretende Gerinnung genannt werden. Die Erstarrungen, welche nach höheren Erwärmungen sich ausprägen, bedürfen keines besonderen Namens, es genügt, wenn das Wort „Wärmestarre" die Coagulation eines im Muskel enthaltenen und diesem eigenthümlichen Körpers bezeichnet, welcher im übrigen Organismus bisher noch nicht hat aufgefunden werden können. Uns ist wenigstens zur Zeit kein anderer Eiweisskörper oder keine andere, eiweisshaltige Mischung bekannt, aus welcher sich ein Theil schon bei 45° C. als unlöslich absetzt.

Da die Starre in den Froschmuskeln schon bei 40° C. eintritt, so liegt die Aufforderung nahe, zu untersuchen, bei welchen Wärmegraden sie denn in den Muskeln solcher Thiere eintrete, deren normale Körperwärme nahe an 40° reicht, oder diese selbst überschreitet. Zunächst ist es bemerkenswerth, dass die Wärmestarre bei den warmblütigen Thieren erst bei höheren Temperaturen als bei den Kaltblütern eintritt. Während der todte oder starre Froschmuskel schon bei 45° C. die ersten Veränderungen oder eine bedeutend verstärkte Starre zeigt, tritt dies an den Muskeln todter Kaninchen und Hunde erst zwischen 49 und 50° ein, wobei dieselben weisslich und härter werden. Bei den Schenkelmuskeln der Taube bemerkt man eine ähnliche Veränderung erst bei 53° C.[1]

1) Nach Schiff (Lehrbuch der Physiol. S. 44) sollen sich Kanin-

Es ist schwer, von den Muskeln dieser Thiere genau zu sagen, wann sie im Zustande der Wärmestarre befindlich seien, und es liegt eine verzeihliche umgekehrte Schlussfolgerung mit in diesen Angaben. Die Wasserauszüge aus den todtenstarren Muskeln der Hunde und Kaninchen coaguliren nämlich genau zwischen 49 und 50° C., während der aus den Muskeln der Taube gewonnene erst bei 53° C. jene dicken flockigen Gerinnsel absetzt. Bei welcher Temperatur aber die eigentliche Todtenstarre plötzlich eintrete, ist hier noch schwerer richtig anzugeben, da einerseits Muskelstreifen, wie sie sich allein zu dieser Untersuchung eignen würden, auch ohne Mithülfe der Wärme zu rasch erstarren, und da andererseits die Darstellung der frischen Muskelflüssigkeit in diesem Falle mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft ist. Die kleinen Mengen derselben, die ich von Hunde- und Kaninchenmuskeln erhielt, coagulirten zwischen 45 und 46° C.

Im Einklange mit dieser Beobachtung stehen die Erfahrungen des Herrn Cl. Bernard, welcher, einer mündlichen Mittheilung zu Folge, Kaninchen in sehr hoher Temperatur ganz plötzlich sterben, und gleich darauf vollkommen starr werden sah. Die Temperatur der Muskeln betrug im Augenblicke des Todes immer gerade 45° C. Näheres über diese Frage könnte vielleicht bei den Warmblütern gefunden werden, wenn man die Temperatur bestimmte, bei welcher der neutralisirte Saft der gefaulten Muskeln gerade von neuem zu gerinnen beginnt, obgleich diese Methode allein für sich kein zuverlässiges Resultat geben kann. Bei der unendlichen Grösse dieses Gebietes sei es deshalb lieber gestattet, hier sogleich zu einer anderen Frage überzugehen, welche für die vorgetragenen Thatsachen von ganz besonderem Belange ist. Ich meine die Frage nach dem Zustande, in

chenmuskeln in Wasser von 54° C. so verhalten wie Froschmuskeln in Wasser von 40° C., eine Angabe, welche wesentlich an Werth gewinnen dürfte, wenn Herr Schiff noch irgendwo hinzufügen möchte, wie sich denn eigentlich die Froschmuskeln bei 40° C. verhalten. Nirgends in seinem ganzen Buche findet sich jenes nothwendige Tertium comparationis.

welchem die gerinnenden Körper in den Muskeln vorkommen?

Die Gerinnungserscheinungen, welche die contractile Substanz darbietet, sind verschieden von denen anderer Theile des Körpers. Nur das Blut theilt mit derselben die Eigenthümlichkeit, dass es spontane Gerinnungen bildet, es zeigt aber niemals plötzliche Coagulationen bei 40 und 45° C. Da es unmöglich ist, wirkliche chemische Unterschiede zwischen spontan einmal geronnenem Fibrin und anderen auf irgend welche Art coagulirten Eiweisskörpern anzugeben, so wird man sich nach Virchow's Vorgange, auch bei den Gerinnungen der Muskelsubstanz zunächst daran erinnern müssen, dass unter zwei Mischungen, welche jede spontane Gerinnsel absetzen, trotzdem immer sehr grosse Unterschiede bestehen können, welche nur von Einfluss auf die Zeit des Eintritts der freiwilligen Coagulation sein können, während dennoch in beiden ganz der nämliche Körper enthalten sein kann. Mit dieser Betrachtung fallen auch alle Einwände, welche man aus dem verschiedenen Eintritt der Blutgerinnung der Leiche und dem Beginne der Todtenstarre, gegen die Gerinnungs-Theorie hat herleiten wollen. Muskeln und Blut sind nach der letzteren niemals als gleichbedeutend neben einander gestellt, sondern es ist nur eine Aehnlichkeit in einem Punkte zwischen beiden geltend gemacht worden, und es ändert darum nichts an der Richtigkeit der Gerinnungslehre, wenn einmal die Muskeln schon starr gefunden werden, während das Blut noch flüssig ist, oder wenn die Muskeln noch erregbar und nicht starr sein sollten, während das Blut in ihren Gefässen bereits geronnen wäre. Mit Recht aber hat man sich gegen den früher beliebten Glauben aufgelehnt, dass die wesentliche Substanz der Muskeln einfach aus Faserstoff bestehe, wenn man gleich ganz irrthümlich annahm, dass die Brücke'sche Anschauung über das Wesen der Todtenstarre nothwendig an jene Voraussetzung geknüpft sei. Es wird daher auch nichts gegen die neue Lehre von der Todtenstarre bewiesen, wenn man

die Abwesenheit eines Muskelfaserstoffs damit zu stützen meint, dass das von Liebig entdeckte Syntonin sich anders verhalte als spontan gerinnendes Fibrin, und ich muss deswegen gegen viele sehr gewichtige Stimmen durchaus betonen, dass die Existenz eines eigenen Eiweisskörpers, wie des Syntonin's, doch nicht im geringsten die Existenz eines anderen ausschliesst.

Auf der anderen Seite ist es aber eben so falsch anzunehmen, dass der von Liebig entdeckte Körper, das Syntonin, derjenige sei, welcher eine spontane Gerinnungsfähigkeit besitze. Um diese Behauptung nur einigermaassen wahrscheinlich zu machen, müsste es gelingen, Syntonin aus einem noch nicht geronnenen Muskel darzustellen. Nach allen vorliegenden Untersuchungen ist es aber eben unmöglich, jenen Körper zu erhalten, ohne die Mitwirkung einer ausserordentlich verdünnten Säure, und der einfachste Versuch lehrt, dass jeder Muskel, mit einer noch so verdünnten Säure behandelt, in kurzer Zeit seine Erregbarkeit verliert und in die ausgeprägteste Starre verfällt. Dem zu Folge ist es unmöglich, Syntonin aus einem ganz frischen Muskel zu erhalten, und seine allgemein gebräuchliche Darstellung beruht vielmehr immer auf der Extraction ganz exquisit starrer Muskeln, da man zur Extrahirung des Syntonin's immer stark zerkleinerte und mit Wasser völlig ausgewaschene Muskeln verwendet, an welches Verfahren die einzig mögliche Gewinnung der ganz reinen Substanz geknüpft ist. Es braucht ferner nur noch darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass das einmal in Lösung erhaltene Syntonin überhaupt gar nicht die Fähigkeit der Gerinnung besitzt. Eine mit 100fach verdünnter Salzsäure aus gut mit Wasser gewaschenen Frosch-, Hunde- oder Rindsmuskeln gewonnene, saure Syntonin-Lösung gerinnt niemals freiwillig, ja nicht einmal beim Kochen. Nur wenn dieselbe ganz vorsichtig mit einem Alkali neutralisirt wird, scheidet sich die Substanz in Flocken aus, welche sich in dem geringsten Ueberschuss der Base wieder auflösen. Ein erhaltene alkalische Syntoninlösung coagulirt ebenfalls niemals durch Kochen und noch weniger freiwillig.

Damit fallen also alle Gründe weg, die freiwilligen Gerinnungen, welche in der Muskelsubstanz vorkommen, dem Syntonin zuzuschreiben, wofür ferner noch angeführt werden könnte, dass auch solche Muskeln, denen mittelst der Presse die spontan gerinnende Substanz entzogen war, beim Ausziehen mit verdünnter Salzsäure immer noch reichliche Mengen von Syntonin lieferten. Dass die in der Muskelflüssigkeit sich ausscheidenden Gerinnsel von verdünnter Salzsäure mehr oder weniger angegriffen werden, kann nicht auffallen, da dies eine Eigenthümlichkeit aller Eiweisskörper ist, und da bekanntlich aus jedem derselben Körper erhalten werden können, welche dem Syntonin sehr ähnlich sind, wenn auch nicht in so auffallender Menge, wie aus den todtenstarren Muskeln.

Wir haben uns nun vorzustellen, dass der frische Muskel eine Flüssigkeit enthalte, in welcher verschiedene Körper aufgelöst sind, welche beim Eintritt zum Theil in fester Form ausgeschieden werden. Wie weit es möglich sei, dass dieser Vorgang solchen Einfluss auf die Muskeln als Ganzes ausüben könne, dass seine Eigenschaften derart verändert werden, bis zu einer solchen Differenz, wie sie lebende und starre Muskeln darbieten, das ist allerdings ein Punkt, an welchem bisher die meisten Forscher Anstand genommen haben, und man muss mit Kölliker übereinstimmen, welcher meint, es hiesse jedenfalls die Hauptsache aus den Augen verlieren, wenn man die Todtenstarre von der Gerinnung einer in Vacuolen der festen contractilen Substanz befindlichen Flüssigkeit herleiten wolle. Man braucht darum indessen noch nicht zu einer so unverfänglichen Allgemeinheit Zuflucht zu nehmen, wie Kölliker, der mit dem Anschein einer neuen Nachricht bei dieser Gelegenheit verkündet, die Todtenstarre bestehe in einer Aenderung des chemischen oder physikalischen Verhaltens der Molecüle der contractilen Substanz.[1]) Die Behauptung ist an und für sich gewiss so rich-

1) Kölliker, über die Wirkung einiger Gifte in Virchow's Archiv X. S. 293.

tig, dass sich nicht der Schatten eines Zweifels dagegen einwenden lässt, aus demselben Grunde fördert sie aber unsere Kenntniss des Gegenstandes nicht mehr, als der genau genommen ganz gleiche und leicht ersichtliche Umstand, dass man überhaupt einen todtenstarren Muskel von einem anderen unterscheiden könne.

E. Brücke hat in seiner Schrift über das Verhalten der Muskeln im polarisirten Lichte sehr bemerkenswerthe Betrachtungen über den Aggregatzustand der contractilen Substanz angestellt. Mit der ihm eigenen Klarheit hat dieser Physiologe gleich die Frage aufgeworfen, wie eine feste Substanz, selbst eine solche, die nur einer zitternden Gallerte gleichkäme, es eigentlich anfangen solle, sich zu contrahiren. Die Beobachtungen Brücke's über die Contractionen ganz frischer Muskeln unter dem Mikroskop mussten eine ganz besondere Anregung zum Studium dieser Frage abgeben, da bisher gerade von den Anatomen eigentlich nur sogenannte todte oder nach beendetem Leben sehr veränderte Organe zur Untersuchung gekommen waren. Man kann dreist behaupten, dass gerade von Seiten der Anatomen, welche am meisten geneigt sind, dem Physiologen vorzuwerfen, er beschäftige sich mit todten oder veränderten Apparaten des Thierleibes, nichts mehr bisher ausser Acht gelassen worden ist, als die Veränderungen, welche die Gewebe bei ihrer Isolation erfahren, und dass wohl niemals anatomische Beschreibungen von dem Zustande des lebenden Körpers ausgegangen sind.

Ganz besonders gilt dies von den meisten Untersuchungen über die Muskeln, bei welchen überhaupt eigene Vorsichtsmaassregeln nöthig sind, um einzelne Theile derselben, selbst wenn sie einem ganz frischen Organe entnommen wurden, noch in dem dem Leben entsprechenden Zustande zur Anschauung zu bringen. Alle früheren mikroskopischen Beobachtungen über die quergestreiften Muskelfasern beruhen auf der Betrachtung todtenstarrer oder gar gefaulter Massen, und merkwürdiger Weise haben gerade vereinzelte Erscheinungen, welche zufällig an lebenden Muskelbündeln

unter dem Mikroskope zur Anschauung kamen, sehr geringes Interesse und eine ganz falsche Deutung erfahren.

Wenn man die isolirten Muskelprimitivbündel der meisten Thiere, wie es meist geschieht, in einem Wassertropfen mikroskopisch besieht, so muss man allen den Angaben unzweifelhaft beistimmen, nach welchen die contractile Substanz eine cylindrische feste Masse darstellt, die von einem dünnen Schlauche, dem Sarkolemm, umgeben ist. Durch mechanische Misshandlungen entstandene Eindrücke und Risse an den Primitivbündeln, behalten ihre Form, wie wenn ein fester Körper gepresst, geschnitten oder zerrissen wäre, und nichts deutet auf einen ursprünglich flüssigen Zustand. Solche Muskeln sind aber unzweifelhaft todtenstarr, und es ist immer leicht zu zeigen, dass keiner der so sich darstellenden Primitivcylinder durch Reize zur Contraction gebracht werden kann, und dass denselben die saure Reaction der starren Muskeln zukommt, da jedes gewöhnliche Muskelpräparat beim Uebertragen auf violettes Lackmuspapier daselbst einen rothen Fleck hinterlässt.

Ganz anders sieht dagegen ein noch zuckungsfähiges Primitivbündel aus. Legt man, wie es früher beschrieben wurde, einen schmalen Streifen aus dem frischen noch reizbaren Sartorius eines Frosches, ohne Flüssigkeitszusatz, oder in Froschlymphe oder in Salzwasser von etwa 0,7 pCt., unter das Mikroskop, so findet man die Primitivbündel viel durchsichtiger, im Gegensatze zu der graubraunen Farbe todtenstarrer Froschmuskeln, und beim absichtlichen oder zufälligen Drücken an irgend einer Stelle der Muskelcylinder sieht man nicht einen dauernden Eindruck zurückbleiben, sondern der Muskel zeigt vielmehr einen Wulst, welcher sich allmälig wieder verliert, so dass sich die ursprüngliche Form an der gedrückten Stelle vollkommen wieder herstellt. Im günstigsten Falle sieht man aber auch an den isolirten Muskelbündeln der Frösche ein Hin- und Herwogen der contractilen Substanz eintreten, wobei bald eine wulstige Anschwellung mit verschiedener Geschwindigkeit in der Längsrichtung unter dem Sarkolemm fortrollt, bald eine wackelnde

Bewegung in der Querrichtung der Cylinder eintritt. Der Entdecker dieser äusserst zierlichen Erscheinung ist Bowman, der die wellenartigen Bewegungen zuerst an den Muskeln niederer Thiere, namentlich der Insecten, beobachtete. Später wurden dieselben noch von vielen anderen Histologen bestätigt, so von Remak und in jüngster Zeit auch von Berlin, Brücke u. A. m.

Die wellenartige Verschiebung der Theilchen in der contractilen Substanz macht so sehr den Eindruck der Bewegung einer Flüssigkeit, dass diejenigen, welche bei der Meinung beharrten, die contractile Substanz sei ein fester Körper, selbst auf den Gedanken gekommen sind, dieselbe rühre von dem Eindringen des Wassers in das Innere der Muskelcylinder her. Die wulstigen Erhebungen sollten danach nur von dem Fortschreiten eines Wassertropfens herrühren, mit welchem sich der Muskel fortschreitend imbibire, oder sie sollten der Ausdruck jener fortschreitenden Quellung selbst sein. Gegen diese Auffassung ist von vornherein zu bemerken, dass sie schon deswegen unrichtig ist, weil alle Muskeln die Bewegungen zeigen können, ohne den Zusatz einer Flüssigkeit zum Präparat, und dass die längere Dauer derselben bei der Benetzung der Muskelfasern immer noch nicht beweist, dass nothwendig auch Flüssigkeit in solcher Menge in die Letztere eindringe, sondern dass vielmehr die flüssige Umgebung den Muskel längere Zeit vor dem Absterben schütze.

Zum genaueren Studium der genannten Bewegungsformen eignen sich vorzugsweise die Muskeln der Insecten, am besten die Beinmuskeln der Hydrophilen, bei welchen auch Brücke seine ersten Beobachtungen anstellte. Unter besonders günstigen Umständen, und bei sehr vorsichtiger Präparation sieht man zwar Alles auch eben so gut an den Muskeln der Frösche oder der Säugethiere, in den meisten Fällen kommen aber die isolirten Primitivbündel, namentlich der letzteren, erst in einem sehr veränderten Zustande zur Ansicht. Wie Remak ist es aber auch mir gelungen, an den Fasern des Diaphragma's vom Kaninchen ganz dasselbe zu sehen

wie an den Insectenmuskeln; man muss dabei vom Glück begünstigt werden, da es vorkommen kann, dass diese Muskeln der höheren Thiere nicht selten eine ganz erstaunlich lange Zeit nach dem Tode noch vollständig erregbar bleiben. Der frühe Eintritt der Todtenstarre ist der einzige Grund, weshalb die Details der Contraction nicht an den Muskeln der höheren Thiere in der Deutlichkeit, wie bei den tiefer stehenden Thierklassen untersucht werden können.

Die frischen Beinmuskeln der Hydrophilen zeigen bei jeder Art der Präparation noch lange Zeit nach der Isolirung ein wellenartiges Spiel von Bewegungen in zwei Formen, solchen, welche in der Länge, und solchen, welche in der Quere über den Muskelcylinder sich ausdehnen. Dieselben sind so constant und so leicht zu beobachten, dass hier kaum mehr hinzuzufügen ist. Nur die lange Dauer derselben hat zu der falschen Annahme Anlass gegeben, dass die Bewegung auch an nicht mehr erregbaren, todten Muskeln vorkomme. Nirgends sieht man deutlicher die scharfe Grenze, welche zwischen dem Verlust der Erregbarkeit, dem Eintritt der Todtenstarre und dem lebendigen Zustande liegt, als hier. Die unerregbaren, todtenstarren Primitivbündel stechen durch ihre runzelige Form und ihre dunkle und trübe Färbung so sehr von den klaren, straffen, noch erregbaren Fasern ab, dass man leicht sehen kann, wie nur die Letzteren Bewegungen zeigen, während jene auch bei jeder Art der Reizung ganz in Ruhe bleiben. Elektrische oder chemische Reizung der isolirten Primitivbündel zeigt, dass solche Bündel, welche jene scheinbar spontanen Bewegungen darbieten, noch vollkommen erregbar sind, und dass andererseits diejenigen, welche auf die künstlichen Reize nicht mehr reagiren, überhaupt ganz bewegungslos bleiben.

Wenn hiernach die wellenartigen Bewegungen eng an den lebenden Zustand der contractilen Substanz geknüpft erscheinen, und schon darin eine Garantie liegt, dass dieselben gleichbedeutend mit der wirklichen Contraction der Muskeln seien, so wird diese Anschauung noch ungemein unterstützt durch die Möglichkeit, dieselben an allen Muskeln bei

gewissen Reizungen zum Vorschein bringen zu können. Bei der gewöhnlichen Reizung des Muskels mittelst des erregten Nerven, oder bei heftigen directen elektrischen Reizungen scheint die Contraction zu rasch vor sich zu gehen, als dass man dieselbe in ihre einzelnen Phasen auflösen könnte. So wie aber durch Schwächung der Muskeln, sei es durch Dehnung oder durch Ermüdung, die Contraction langsamer zu verlaufen beginnt, kann auch mit dem blossen Auge überall jenes Fortschreiten in Form von wulstigen Anschwellungen beobachtet werden, wie es oben in dem Abschnitt über die idiomusculäre Contraction näher erörtert worden ist. Ich habe ausserdem mittelst der chemischen Reizung an dem isolirten Sartorius eines sehr kleinen Frosches sehr gut sehen können, wie die Contraction auch hier in ihrer Art und Weise ganz mit den bei den Insectenmuskeln so klaren Bewegungsformen übereinstimmt. Der ganz frische Muskel wurde zu dem Ende ohne Wasserzusatz unter ein Deckgläschen auf einen Objectträger gelegt, so dass nur das breite obere Ende mit dem nackten Querschnitte unbedeckt blieb. Den mittleren Theil betrachtete ich hierauf bei 200facher Vergrösserung. So wie nun ein mit Ammoniak befeuchteter Baumwollenpfropf in die Nähe des Querschnitts gebracht wurde, begann der Muskel zu zucken und eine dicht gedrängte Reihe von wulstigen Erhebungen lief mit äusserster Geschwindigkeit über jedes einzelne Primitivbündel weg, worauf nach Entfernung der reizenden Dämpfe der Zustand der Ruhe zurückkehrte.

Es scheint also, dass allen Contractionen, wie Schiff ebenfalls vermuthet, jener Modus der Bewegung zu Grunde liegt. Dass bei den scheinbar spontanen Bewegungen der Insectenmuskeln ebenfalls ein Reiz irgend welcher Art im Spiele sei, kann nicht bezweifelt werden. Sie nehmen meist da ihren Anfang, wo das Muskelbündel irgend wie gezerrt, gedrückt oder verletzt wurde, und sind am stärksten, wenn auch nur von kurzer Dauer, wenn eine schwach erregende Flüssigkeit die Fasern umgiebt. So in ganz ungemein verdünnten Säuren, Alkalien oder Na Cl-Lösungen, mittelst wel-

eher man auch die Erscheinungen sehr gut an frischen isolirten Primitivbündeln vom Frosch studiren kann. Die letzteren zeigen in Salzsäure von 1 pro mille sofort eine kurz dauernde, schlangenartige Bewegung, werden dann plötzlich ganz undurchsichtig, womit das Stadium der Starre sich ankündigt, um schliesslich wieder im höchsten Grade durchsichtig zu werden, wegen der lösenden Eigenschaft der verdünnten Säure.

Die Möglichkeit einer wellenartigen Bewegung in der Weise, wie man sie in der contractilen Substanz beobachtet, ist offenbar an einen flüssigen Zustand derselben geknüpft, und es wäre von grossem Interesse, wenn dieselbe bei jeder Art der Reizung nachgewiesen werden könnte. E. Weber hat indessen namentlich die Uebereinstimmung der Bowman'schen Phänomene mit der gewöhnlichen Contraction, deswegen geleugnet, weil er bei der elektrischen Tetanisirung frischer Muskeln unter dem Mikroskop nichts der Art beobachten konnte. In allen Fällen bleibt hier noch eine Lücke auszufüllen; es ist aber im höchsten Grade wahrscheinlich, dass das Fortschreiten von Wülsten von einem Punkte zum anderen nur deshalb von Weber nicht hervorgerufen werden konnte, weil er in seinen Versuchen alle Punkte der Primitivbündel zugleich erregte, indem er die Elektroden an beiden Enden der Bündel anlegte. Ohne Zuziehung des Mikroskops ist es aber leicht, das Wellenspiel auch an einem gespannten Sartorius zu sehen, dessen unteres oder oberes Ende in einer Ausdehnung von 1—2 Mm. mittelst gerade hinreichender Inductionsschläge gereizt wird.

Die Contraction der Muskeln mag nun in allen Fällen auf der in Rede stehenden Bewegungsform beruhen oder nicht, sicher ist es, dass jeder lebende Muskel im Gegensatz zum starren und unzweifelhaft festen, dieselbe darbieten kann. Die Wellenbewegung ist unzweifelhaft, wie überhaupt jede Contraction an eine ausserordentliche Verschiebbarkeit der Theilchen geknüpft, welche so gross sein muss, dass sie mit dem Begriff des Flüssigen vollkommen zusammenfällt. Kölliker meint zwar, dass es den Begriff des Flüssigen ganz

willkürlich ausdehnen hiesse, wenn man die contractile Substanz nicht als einen festen Körper betrachten wolle, man könnte darauf aber antworten, dass die entgegenstehende Behauptung dem Begriff des festen eine übermässige Ausdehnung gebe. Die contractile Substanz kann im Gegentheil nur flüssig gedacht werden, da es eben keinen festen Körper von den elastischen Eigenschaften derselben giebt, und da es leicht ist nachzuweisen, dass sich dieselbe in den beiden wesentlichsten Punkten wie ein flüssiger Körper verhält. Sie besitzt eine vollkommene Beweglichkeit ihrer Theilchen und nimmt in Folge davon jede Form an, welche ihr durch den Einfluss der Schwere zukommt. Auch dürfte es innerhalb der Grenzen der Möglichkeit liegen, einen mit Flüssigkeit gefüllten elastischen Schlauch herzustellen, welcher dieselben elastischen Eigenschaften, wie der Muskel besässe. Brücke hat darauf aufmerksam gemacht, dass ein contrahirter Muskel z. B. das Herz in der Systole nicht wie ein harter, fester Körper sich verhalte, sondern eine weiche Masse darstelle, welche je nach ihrer Anordnung bei der Dauer der Contraction in einer Gleichgewichtslage verharre, wie er nur unter dem Einfluss der Schwere entstehen könne. Man hat sich demnach die Contraction der Muskeln so zu denken, dass eine Umlagerung entstehe, bei welcher die Flüssigkeitstheilchen ihre ursprünglichen Oerter verlassen, um sich nach dem Aufhören der Kraft, durch welche sie in die neue Lage kamen, so anzuordnen, wie sie ihrem Gewichte nach zu liegen kommen müssen. Ein Muskel kehrt darum ohne das Zuthun äusserer Kräfte nach einer einmaligen Contraction nie wieder in seinen vorigen Zustand zurück, sondern er verharrt in einer Gleichgewichtslage, welche durch den blossen Anschein kaum von dem contrahirten Zustande zu unterscheiden ist. Man könnte in vielen Fällen denken, dass seine Ausdehnung durch die Reibung verhindert werde, welche er auf einer festen Unterlage erfährt. Legt man aber einen Sartorius auf Quecksilber und lässt man ihn dort durch einen einzigen Inductionsschlag in seiner ganzen Ausdehnung zucken, so wird derselbe sich nach dem

Aufhören der Reizung zwar um ein Geringes wieder ausdehnen, ohne künstliche weitere Dehnung aber fortwährend den Anschein eines schwach tetanisirten Muskels behalten. Ruht hingegen der Muskel nicht, sondern hängt er senkrecht herab, so scheint er von selbst aus dem contrahirten Zustande in den erschlafften zurückzusinken. Es ist aber klar, dass er in diesem Falle nur seine frühere Gestalt verlor durch die eigene Schwere. Ist die contractile Substanz flüssig, so kann es nun schliesslich nicht auffallen, dass eine Gerinnung derselben einen so grossen Unterschied hervorbringen könne, wie den zwischen starren und noch erregbaren Muskeln. Die Möglichkeit der Mischung der contractilen Substanz mit verdünnten Salzlösungen gewährt ferner eine Garantie für die flüssige Natur derselben. Es nützt zu nichts sie halbflüssig — festweich, oder sonst wie in zweifelhafter Weise zu benennen, der Unterschied zwischen starren und noch erregbaren oder contrahirten Muskeln wird damit weder grösser noch kleiner. In diesen ist die contractile Substanz als eine sehr concentrirte Lösung von Eiweisskörpern anzusehen — in jenen als ein festes Gerinnsel. Die Ursachen des Uebergangs aus dem flüssigen in den festen Zustand sind Aufgaben der chemischen Untersuchung.

V. Ueber das Vorkommen wahrer Muskeln bei den niedersten Thieren.

Wer die Muskelbewegung in allen Einzelheiten so verfolgt, wie es zuvor geschildert wurde, wird sich des Gedankens nicht erwehren können, dieselbe sei im Grunde ganz gleich mit der bekannten Bewegung der Amoeben oder der Sarkode Dujardin's. Das Sarkolemm umschliesst eine flüssige Masse, welche dicht und in regelmässiger Anordnung mit kleinen, festen Körpern, den Disdiaklasten Brücke's, erfüllt ist, und diese Flüssigkeit besitzt die Fähigkeit, Bewegungen nach allen möglichen Richtungen einzugehen, vorzugsweise aber so, dass das Primitivbündel an Breite um so viel zunimmt, als es an Länge verkürzt wird. Die Volumverminderung, welche die contractile Substanz bei der Mus-

kelaction erfahren soll, ist jedenfalls so ausserordentlich gering, dass man der Vermuthung Schiff's beizupflichten geneigt ist, wonach dieselbe möglicherweise nur auf Rechnung der in dem Muskel selbst enthaltenen Gase zu schieben wäre, und die ganze Bewegung eines Muskels würde demnach nur auf ein Hin- und Herwallen der contractilen Substanz zurückzuführen sein. Dem äusseren Anschein nach scheint dieses Phänomen sich genau in den Amoeben zu wiederholen. Man sieht gleichsam einen freien Tropfen jener Materie im umgebenden Wasser sich umherwälzen, welcher aus einer uneingekapselten Flüssigkeit besteht, die sich nicht mit Wasser mischt, und welche kleine feste Körper in unregelmässiger Anordnung eingestreut enthält. Ohne sichtbare äussere Veranlassung ist der Tropfen in fortwährender Bewegung begriffen, und wir schreiben das Hin- und Herströmen im Inneren der Masse, das bald kuglige Zusammenballen, bald das Ausstrecken langer bruchartiger Aussackungen dem Willen eines thierischen Individuums zu. Alle diese Bewegungen gehen ebenfalls in der Art vor sich, dass das Volum der Hauptmasse um eben so viel abnimmt, als es an irgend einer Stelle durch die Aussackungen verliert, sie scheinen das vollkommene Analogon zu der Bewegung des Muskelcylinders darzustellen, mit einer Abweichung von der regelmässigen Form, welche das Muskelbündel allein geeignet macht, zu mechanischen Arbeitsleistungen zu dienen.

Um eine weitere Uebereinstimmung zwischen der contractilen Substanz und der der Amoeben aufzudecken, stellte ich mir die Frage, ob die Sarkode reizbar sei im Sinne der Muskelirritabilität, und ob dieselbe gerinnen, todtenstarr werden könne, wie die in dem Sarkolemm eingeschlossene Flüssigkeit.

Die Amoeben, welche ich zu den folgenden Versuchen verwendete, fand ich in reichlicher Menge in dem grünen, schwammigen Bodensatze eines Meerwasseraquariums des Herrn Coste, welches zur Demonstrirung der künstlichen Austernzucht im Collège de France diente. Ich hob mit einer Pincette den Bodensatz heraus und verwahrte diesen in ein-

zelnen nur gegen Staub locker geschützten Gläsern, auf deren Boden sich der Schlamm von neuem ablagerte. Mit einer spitz ausgezogenen Glasröhre war es mir dann leicht, einen Tropfen Wasser vom Boden emporzuheben, welchen ich auf einen Objectträger übertrug. Unter dem Mikroskop zeigte sich in derselben eine grosse Menge vegetabilischer Zuthaten, Pilze, Algen u. s. w., und in der Menge eines gewöhnlichen Tropfens stets etwa 20—30 Amoeben, welche als *Amoeba diffluens* (Dujardin) erkannt werden konnten. Die Grösse dieser Geschöpfe wechselt sehr. Ich sah einzelne von der Grösse der Froschblutkörperchen, andere aber auch, welche den vierten Theil des Sehfeldes einnahmen. Genaue Grössenbestimmungen konnten begreiflicherweise nicht gemacht werden, da die Amoeben durch ihre stets wechselnde Gestalt sich der Messung entziehen.

Wie früher gezeigt wurde, besitzt die Muskelsubstanz die Fähigkeit, auch ohne Vermittlung der Nerven auf den Reiz elektrischer Stromesschwankungen Bewegungen einzugehen, und es war darum auch für die sogenannte freie contractile Substanz der Amoeben die Frage, ob dieselbe ebenfalls auf die Ströme des Inductionsapparats reagire. Ich brachte zu dem Ende einen Tropfen des Meerwassers, welcher viele Amoeben enthielt, nach dem Vorgange E. Weber's auf einen mit unterbrochener Spiegelbelegung versehnen Objectträger, so dass das Wasser eine leitende Schicht zwischen den beiden Amalgamplatten bildete. Dasselbe wurde sodann mit einem dünnen Deckgläschen bedeckt, das jederseits auf die Enden der Spiegelfolie zu liegen kam. Der Schlittenelektromotor diente mir als Reizquelle, die Drähte der secundären Spirale zu beiden Seiten des Objectträgers endigten mittelst isolirt in den Tisch des Mikroskops eingelassener Federn, welche jede für sich wieder die Metallschichten des Objectträgers berührten. Zwischen dem Inductionsapparat, der durch 2 kleine Grove'sche Ketten in Arbeit gesetzt wurde, und dem Mikroskop befand sich eine gut leitende Nebenschliessung, nach deren Hinwegräumung die Inductionsschläge erst durch das Präparat hindurchtreten konnten.

Ich hatte mir gedacht, dass die Amoeben, im Falle sie sich reizbar zeigen sollten, durch die Tetanisirung mittelst der Wechselströme des Inductionsapparates plötzlich einen dem Tetanus der Muskeln analogen Zustand zeigen müssten, so dass die unregelmässig gestalteten, und mit Fortsätzen nach allen Richtungen besetzten Massen plötzlich die Form einer Kugel annehmen würden. In Wahrheit sah ich indessen Nichts von Alledem. Die Amoeben, welche in Bewegung begriffen waren, bald hierher, bald dorthin ihre Arme ausstreckten, setzten diese Manöver ganz ruhig fort, wenn die Nebenschliessung beseitigt wurde und wenn eine dicht gedrängte Reihe von Inductionsschlägen durch das Präparat hindurchging. Ja ich konnte die Stärke der letzteren durch Uebereinanderschieben der Inductionsrollen so weit vergrössern, dass beim Berühren des Wassertropfens mit der Spitze des Fingers ein unerträglicher, stechender Schmerz entstand, ohne dass die Amoeben auch nur die leiseste Spur einer Reaction zeigten. Diejenigen, welche sich in Ruhe oder in sehr träger Bewegung befanden, schienen dabei nicht zu stärkeren Anstrengungen angeregt zu werden, während die emsig mit dem Ausstrecken bruchartiger Fortsätze beschäftigten Geschöpfe ohne Störung dieses Spiel weiter fortsetzten.

Obgleich diese gänzliche Fruchtlosigkeit der elektrischen Reizung wenig Aussicht gewährte die vermutheten Beziehungen zwischen der Muskelsubstanz und der contractilen Materie der Amoeben zu bestätigen, so wollte ich doch nicht allein bei dieser Art der Reizung stehen bleiben, sondern auch den Einfluss der chemischen Reize und der specifischen Muskelgifte prüfen. Die Unterschiede mehrten sich dadurch indessen noch ganz bedeutend, da ich sogleich fand, dass die äusserst verdünnte Salzsäure, welche auf den Muskel so energisch wirkt, und in kurzer Zeit Tetanus, Starre und schliesslich eine gänzliche Zerstörung des Sarkolemminhalts herbeiführt, nicht die mindeste Einwirkung auf die Amoeben besitzt. Ich habe dieselben in HCl von 1 bis 0,1 pCt. stundenlang aufbewahrt, ohne dass die Bewegungen dadurch beeinträchtigt worden wären, und ohne dass Veränderungen in der

Durchsichtigkeit oder der Consistenz der Sarkode darauf folgten. Eins der energischsten Muskelgifte ferner, das Rhodankalium, dessen einprocentige Lösung die Muskeln sofort erstarren macht, erwies sich eben so wie die Salzsäure vollkommen wirkungslos für die bewegliche Amoebenmasse, ja nicht einmal Lösungen von 4pCt. äusserten einen irgend bemerkenswerthen Einfluss.

Nach diesen Beobachtungen kann also von einer Reizbarkeit dieser Geschöpfe in dem gewöhnlichen Sinne nicht die Rede sein: das qualitativ wirksame Reizmittel ist noch zu finden. Versuche, welche ich mit Alkalien anstellte, zeigten mir, dass die Amoeben in nur einigermaassen concentrirten Lösungen rasch die Bewegungen einstellten und sich dann auflösten. So wenig Aehnlichkeit die Sarkodenmasse in allen den Haupteigenschaften mit den Muskeln zeigt, so sehr muss es überraschen, dass sie mit dieser die Fähigkeit der Gerinnung theilt, wie es scheint sogar der spontanen Coagulation. Jeder, der sich mit der Beobachtung dieser Geschöpfe einmal beschäftigt hat, wird wissen, dass es auch Amoeben in sogenanntem abgestorbenen Zustande giebt, in welchem sie ihrer Fortsätze meist beraubt und zu Kugeln zusammen gezogen unbeweglich daliegen. In diesem Zustande scheinen sie härter zu sein und besitzen dann stärkere Contouren, eine Veränderung, welche man auch an einem vorher in Bewegung befindlichen Individuum allmälig eintreten sehen kann. Dieselben Zustände sind es auch wohl, welche zu der Meinung Anlass gegeben haben, die contractile Substanz sei hier mit einer Membran umschlossen. Es ist immer misslich, Gewebstheile durch verschiedene Reagentien zur Anschauung zu bringen, bevor man weiss, inwiefern dieselben nicht an und für sich Differenzirungen einer homogenen Masse hervorrufen können, und es ist darum auf den Nachweis der Amoebenmembran, welcher auf der Behandlung mit Reagentien beruht, nicht viel zu geben. Mir scheint die Abwesenheit einer Membran dadurch ganz besonders wahrscheinlich, weil man häufig 2 und mehrere Individuen so vollständig in einander fliessen sieht, dass später niemals eine Trennung

wieder stattfindet. Ebenso umschliessen dieselben sehr oft fremde Körper, welche sie ganz in sich einverleiben, und welche später an den Bewegungen nicht Theil nehmend, bald hier bald dort in der Masse zerstreut liegen. Nicht selten fliessen zwei Amoeben in einander, welche mit verschiedenartigen fremden Körpern, kleinen gelben und grünen Körnchen erfüllt sind, und man sieht dann auch diese auf's Innigste mit einander sich vermischen. Wie hierbei eine Membran sich verhalten solle, ist mir unklar, und es scheint mir viel richtiger, daraus auf die Abwesenheit einer solchen zu schliessen. Die Bilder, welche zur Aufstellung einer Membran geführt haben, scheinen der erstarrten Sarkode zugeschrieben werden zu müssen.

Wenn es nach dem Gesagten erhellt, dass die Sarkode eine freiwillige Gerinnung darbietet, so dürfen wir vermuthen, dass dieselbe durch die Wärme begünstigt werden könne. Kocht man in einem Probirröhrchen Meerwasser, das viele Amoeben enthält und betrachtet man sich dann den Bodensatz bei 300facher Vergrösserung unter dem Mikroskop, so findet man in der That nur die geronnenen Formen der Sarkode, alle Bewegungen haben aufgehört. Ganz dasselbe beobachtet man beim Erwärmen der Infusion nach der früher mitgetheilten Methode im Oelbade, bei allen Temperaturen bis auf 40° herab. Ist die Temperatur der Flüssigkeit in dem Probirröhrchen gerade bis auf 40° gestiegen, so findet man alle Amoeben bewegungslos, und meist kugelig zusammengeballt. Diese Temperatur ist indessen durchaus nicht genau diejenige, bei welcher die Sarkode offenbar gerinnt, vielmehr liegt dieselbe tiefer, nämlich bei 35° C. Zwischen 30 und 34° C. findet man die Amoeben immer noch in lebhafter, ja vielleicht sogar in vermehrter Bewegung, so wie aber die Temperatur 34° C. übersteigt und 35° erreicht, findet man sie alle ohne Bewegung, erstarrt, kugelig und mit starken Contouren, die ganze Masse dabei bräunlich getrübt, in welchem Zustande man sie auch noch am anderen Tage findet. Die Sarkode

kann also wärmestarr werden, wie der Muskel, nur tritt die Starre hier schon bei 35° C. ein.

Da die Infusion, welche die Amoeben enthielt, auch mit zahlreichen anderen Infusorien erfüllt war, so konnte mir nicht entgehen, dass alle die verschiedenen Behandlungen bemerkenswerth verschiedene Einflüsse auf dieselben ausübten. Beim Durchleiten von Inductionsströmen sah ich viele Thiere sterben und zerplatzen, während beim Erwärmen auf 35° C. die gegen den elektrischen Reiz stumpfen Amoeben ihre Bewegungen einstellten, dagegen aber andere Infusorien dieselben munter fortsetzten. Nur die contractilen Fäden einiger Rhizopoden, welche mit Recht als gleichbedeutend mit Dujardin's Sarkode angesehen werden, verhielten sich so wie die Amoeben. Sie schrumpften gerade bei 35° zu kugeligen Warzen zusammen. Das Einziehen und Ausstrecken ging aber ruhig vor sich, in Salzsäure von 1—0,1% und in Rhodankaliumlösung von 1—4 pCt. und die stärksten Ströme des Inductionsapparates erzeugten keine Veränderung in dieser Erscheinung. Besonders oft konnte ich diese Thatsachen bestätigen an der Varietät von *Actinophrys sol*, der *Actinophrys marina* (Duj.).

Der eigenthümliche Einfluss starker Inductionsschläge auf viele Infusorien ist bekannt. Die Thiere zerplatzen oder zerfliessen und sterben plötzlich ab, und es ist in der That seltsam, dass man nur mit Widerstreben an eine eigene Reizbarkeit dieser Geschöpfe hat denken mögen, sondern die genannten Erscheinungen vielmehr auf die Wirkung der Elektrolyse hat beziehen wollen. Trotzdem kann man sich sehr leicht überzeugen, dass es mit der elektrolytischen Zersetzung der Infusorien nicht weit her ist, da selbst eine Kette von 6—8 Grove'schen Elementen, welche man mit Einschaltung der auf dem Objectträger befindlichen Infusion schliesst, erst nach langer Zeit dem Leben der Infusorien gefährlich wird. Nur bei der Schliessung der Kette sieht man dieselben plötzlich zusammenfahren, dann einige heftige Bewegungen machen; während der Dauer des Stromes aber gewahrt man Nichts auffallendes, geschweige denn ein so

plötzliches Zerplatzen, wie bei den Schlägen des Schlittenelektromotors. Es ist vorläufig noch die Aufgabe der Zootomen, die einzelnen zahlreichen Species der Infusorien mit Hülfe der elektrischen Reizung zu durchmustern, ich muss mich darauf beschränken anzugeben, welche Thiere mir auffällig die angegebenen Erscheinungen darboten, da meine Untersuchungen vorzugsweise nur auf eine Species, nämlich die Vorticellen gerichtet waren, welche leicht bei der Experimentaluntersuchung für die niedersten Thiere Das werden könnten, was der Frosch in einer anderen Sphäre repräsentirt. Durch ziemlich kräftige Inductionsschläge (erhalten durch den Schlittenelektromotor, dessen Rollen zur Hälfte über einander geschoben waren und dessen Kette in 2 Grove'schen Elementen bestand) sah ich heftige Bewegungen entstehen, denen bruchartige Aussackungen und schliesslich vollständiges Zerplatzen folgte, bei *Opalina* (aus dem Mastdarm der Frösche), bei *Plœsconia patella*, *Paramecium*, *Dileptus folium*, *Trichoda angulata* und *Kerona mytilus*. Bei mässigen Strömen konnte ich es meist dahin bringen, dass die Thiere nach dem ersten heftigen Ruck beim Oeffnen der Nebenschliessung ganz ruhig in eine Art von Tetanus sämmtlicher Muskeln liegen blieben, wenn sie nicht durch die Flimmerbewegung weiter befördert wurden, auf welche die Ströme absolut gar keinen Einfluss haben. Würden die Schläge verstärkt, so bildeten sich bald Einschnürungen, und trat dann irgendwo aus der Körperbegrenzung ein Bruch aus. In diesem Zustande konnten viele Thiere noch lange umherschwimmen, wenn die Nebenschliessung wieder eingeschaltet wurde und das Thier vor weiteren Angriffen geschützt blieb. Bei längerer Dauer der sehr kräftigen Ströme zerfliesst das ganze Thier zu einem unförmigen Brei, in welchem dann hie und da die Flimmerbewegung noch eine Zeit lang fortdauern kann. Bei den Räderthierchen sah ich indessen Nichts der Art vor sich gehen, sie fielen in Tetanus und starben darin augenscheinlich ab, ohne zu zerfliessen. Auf ganz niedere Thierformen, wie z. B. *Monas* (aus dem faulenden Fleischwasser erhalten) und auf die Vibrionen haben die Inductions-

schläge eben so wenig Einfluss, wie auf die vegetabilischen Schwärmsporen, welche ihre Bewegungen unbekümmert um das heftigste Kreuzfeuer der Wechselströme fortsetzen. Auch an den Gregarinen aus den Geschlechtstheilen der Regenwürmer sah ich keine Erfolge der elektrischen Reizung, ich will aber nicht behaupten, dass sie nicht reizbar seien, da die Bewegungen überhaupt sehr rasch erloschen, nachdem ich sie auf den Objectträger geschafft hatte.

Die Vorticellen sind es, welche recht eigentlich das passende Präparat zur Anstellung derartiger Versuche abgeben. Ihre langen contractilen Stiele und die mannichfachen Bewegungen der Glocke selbst machen sie ganz besonders dazu geeignet, wozu noch die grosse Annehmlichkeit kommt, dass man das Thier fest an einem Punkte bewahren kann, während die nicht an anderen Körpern angehefteten Infusorien ein beständiges Nachjagen unter dem Mikroskop nöthig machen. Zur Auffindung der Vorticellen suchte ich die einzelnen Wurzeln von Wasserlinsen bei schwacher Vergrösserung ab, und isolirte dann mit der Scheere ein kleines Stück der Wurzel, das gerade mit einer reichen Traube der Thierchen besetzt war. Das Stückchen wurde dann auf den mit Spiegelfolie zu beiden Seiten belegten Objectträger in die rein gläserne Lücke gebracht, ein starker Wassertropfen hinzugefügt, das Ganze mit einem Deckglase bedeckt und bei 300facher Vergrösserung betrachtet, während die Drähte der Inductionsrolle mit der stromzuführenden Objectplatte in leitender Verbindung standen. Der Schlittenelektromotor wurde durch 2 Grove'sche Elemente getrieben und die Rollen waren bis zur Berührung an einander geschoben.

Ich suchte nun einen Augenblick, in welchem möglichst viele Vorticellen mit ausgestreckten Stielen dalagen, um mit den Mundwimpern ihre Nahrung aufzufangen. Jetzt entfernte ich plötzlich die Nebenschliessung im Kreise der secundären Rolle weg und hatte nun das Vergnügen, plötzlich alle Vorticellen ihre Stiele spiralig zusammenrollen und festgebannt an der Pflanzenwurzel angeheftet zu sehen, wobei auch die Glocke sich kugelförmig zusammenballte und die Mundwim-

pert eingeschlagen blieben. Wurde jetzt der Reiz sogleich abgesperrt, so dehnten sich alle Stiele in langsamen Schraubentouren wieder aus, die Mundwimpern kamen wieder zum Vorschein und die alte Gefrässigkeit kehrte zurück, so dass Nichts die Gewalt ahnen liess, welche vorher die Thiere unbeweglich meinem Willen unterwarf. Liess ich dagegen die Ströme längere Zeit durch das Präparat gehen, so rollten sich die Fäden auch während des Tetanisirens augenscheinlich der Ermüdung wegen wieder aus einander, und die Thiere zuckten nur von Zeit zu Zeit ein wenig zusammen, konnten aber wieder ganz an ihren Anheftungspunkt mit der Glocke herangezogen werden, wenn die Reizung durch weiteres Ueberschieben der secundären Inductionsspirale über die primäre verstärkt wurde. Bei so bedeutenden Strömen starben die Vorticellen denn auch schliesslich ab; aus den Glocken wurden bruchartige Aussackungen hervorgetrieben, bis dieselbe ganz zerfloss und nur noch die, wenn man will, kopflosen Schwänze in dichten Spiralen zusammen gerollt an der Wasserlinsenwurzel sitzen blieben.

Es ist aus den anatomischen Untersuchungen bekannt, dass der Stiel der Vorticellen aus einer feinen plastischen Röhre besteht, in welcher ein blasser Faden in steilen und wenigen Windungen der ganzen Länge nach verläuft, beiderseits oben und unten fest an den Anheftungspunkt des Thieres und an den Körper, die Glocke, geknüpft. Mit welchem Rechte man die musculöse Natur dieses Fadens hat leugnen wollen, ist mir unbekannt, da es äusserst wahrscheinlich ist, dass derselbe den wirklichen Muskel und die umgebende Masse eine Art von Sarkolemma darstellt. Eine Art von Querstreifung in der Weise, wie sie Leydig in seinem Lehrbuche mit frappirender Klarheit abbildet, habe ich an dem inneren Faden selbst nicht mit den vorzüglichsten Systemen Amici's wahrnehmen können; eine Andeutung irgend welcher Structur entstand nur bisweilen durch Reibungen und Faltungen, welche mitunter vorkamen. Obgleich kein Grund vorliegt, bei einem so auffallend contractilen Organ die musculöse Beschaffenheit zu läugnen, so giebt andererseits aber

auch die etwaige Querstreifung kein Kriterium für dieselben ab. Man müsste in solchen Fällen bestimmt angeben, welche Definition einem Muskel zukomme, was bisher meines Wissens nirgends geschehen ist. Bemühen wir uns darum vor allen Dingen zu zeigen, in wie fern der Stiel der Vorticellen mit den Dingen übereinstimmt, welche bisher ohne Widerrede als Muskeln anerkannt wurden.

Da die Vorticellen durch Contractionen des Stiels stets ihr Unbehagen ausdrücken, wenn ihnen etwas in die Quere kommt, so wenn ein gefährliches Räderthierchen oder andere grössere Thiere auf sie zuschwimmen, so wäre es denkbar, dass die Inductionsströme ihnen eine unangenehme Empfindung verursacht hätten, bei welcher sie indirect, ohne dass der Strom direct die contractilen Organe erregt habe, eine andere Lage vorgezogen hätten. Ich war dieser Meinung sehr nahe, als ich sah, dass solche Stiele, von denen die Glocke zufällig abgerissen war, entweder spiralig zusammengerollt oder stark gestreckt dalagen und beim Durchschlagen der Inductionsströme keinerlei Bewegungen zeigten. Der Zufall führte mir aber bald ein Thierchen zu, dessen Stiel in der Mitte geknickt war, und an welchem der innere Faden mehrfache Unterbrechungen zeigte. Aus eigenem Willen konnte das Thier nun immer nur den Stiel von der Glocke bis zur Knickung zusammenrollen, während der Theil von der Knickung bis zur Anheftungsstelle nicht an der Bewegung Theil nahm, und stets in derselben Lage blieb. Ich galvanisirte darauf das Präparat und sah bei derjenigen Stromstärke, bei welcher zuerst auch die Nachbarn des Thieres mitzuckten, nur den dem Willen des Thieres unterworfenen Theil des Thieres sich zusammenrollen, als ich aber durch Annähern der Inductionsrollen den Reiz verstärkte, zuckte jetzt auch der andere Theil des Stieles mit. In diesem Falle war also ein Theil des Stieles unabhängig von dem Thiere gereizt, worauf er mit Bewegung geantwortet hatte, und ferner fand sich die interessante Erscheinung, dass das mit der Glocke der Vorticelle aus dem Zusammenhange gerathene Ende bedeutend an Erregbarkeit eingebüsst hatte. Die Glocke

der Vorticelle stellt demnach eine Art von Kopf vor, von welchem allein der Wille ausgeht, und auch die Ernährung des Stieles dürfte nur von diesem Theile aus möglich sein.

Um den Versuch noch entscheidender zu machen, übte ich mich später die Vorticellen zu köpfen. Man sucht sich zu dem Ende eine Wasserlinse aus, deren Wurzel recht dicht damit übersät ist, und schneidet mit einem scharfen Scalpell dicht neben der Wurzel her, am besten so, dass man plötzlich auf die Glasplatte hackt. Uebung und genaue Beobachtung lehren den richtigen Moment kennen, wo die meisten Thierchen mit gestreckten Stielen von der Wurzel abstehen; in diesem Augenblicke schlägt man zu. Natürlich sind die meisten Thiere durch rasches Zurückfahren dem Hiebe entgangen, nach einigen Versuchen findet man aber immer einzelne, welche ihren Kopf verloren. Bedeckt man jetzt nach der Benetzung mit mehr Wasser das Präparat mit dem Deckgläschen, und lässt man nun wieder die Inductionsströme hindurchgehen, so sieht man, dass auch die kopflosen Stiele zusammenfahren.

Die elektrische Reizung muss möglichst rasch nach dem Köpfen vorgenommen werden, da die kopflosen Stiele sehr bald ihre Erregbarkeit einbüssen und auch von selbst, vielleicht wegen der Berührung des Inneren mit dem Wasser, sich ganz langsam zusammenrollen, meist so, dass die durchsichtige Hülle das obere Ende des inneren Fadens in beträchtlicher Länge als ein leeres Rohr überragt. In diesem Zustande ist der innere Faden unzweifelhaft todtenstarr. Später tritt sogar eine Lösung der Todtenstarre ein, wobei sich der ganze Stiel wieder langsam gerade streckt, bis endlich der innere Faden ganz zu verschwinden scheint, und nur noch das blosse Rohr übrig bleibt, welches man nur bei gedämpfter oder schräger Beleuchtung wahrnimmt.

Der Stiel der Vorticellen verhält sich also ganz wie ein Froschmuskel, er kann durch den Reiz elektrischer Stromesschwankungen, auch isolirt von dem übrigen Thiere, zum Zucken, ja selbst zur tetanischen Verkürzung gebracht werden. Beim Nachlassen der Reizung dehnt er sich langsam

wieder aus, ich muss aber bemerken, dass er isolirt nie wieder so straff wird, wie wenn die Vorticelle noch daran sitzt, sondern immer eine mehr gekrümmte Stellung einnimmt.

Die chemische Reizung der Infusorien ist im Grunde gleichbedeutend mit einer Vergiftung, da man genöthigt ist die Zuführung der Reizmittel so vorzunehmen, dass man sie in einen Tropfen der Lösungen hineinsetzt. Bekanntlich sterben auch die Vorticellen in den meisten Salzlösungen rasch ab, und es ist darum wenig Gewicht darauf zu legen, dass sie z. B. auch in verdünnten Lösungen eines hervorragenden Muskelgiftes, des Rhodankalium's, sich rasch zusammenrollen und in einen Zustand der Starre übergehen, da sie in Lösungen von Kochsalz sich eben so verhalten. Mit Alkalien, selbst mit sehr verdünnten Laugen behandelt, sieht man die Vorticellen fast augenblicklich zerfliessen. Die Wirkung einer sehr verdünnten Säure ist dagegen charakteristischer und analog der Erscheinung, welche noch erregbare Muskelprimitivbündel vom Frosch dabei zeigen. Setzt man einem Infusionstropfen, in welchem sich Vorticellen befinden, einen Tropfen 100fach verdünnter Salzsäure zu, so contrahiren sich die Stiele augenblicklich, die Fäden im Inneren der Stielröhre werden dann trübe und viel deutlicher, offenbar starr, und hierauf beginnt die Säure die contractile Substanz zu lösen, wobei die contractilen Fäden wieder ganz durchsichtig werden und der ganze Stiel durch die Elasticität der Hülle sich wieder gerade streckt, um bis zum Verschwinden durchsichtig zu werden. Die Glocke reisst dabei meist ab und geht ebenfalls ihrem Untergange entgegen. Das erste Zusammenfahren beim Zusatz der Säure kann eine Contraction sein, die Annahme bleibt aber so lange zweifelhaft, als nicht erwiesen ist, dass dasselbe nicht nur auf dem raschen Eintritt der Starre beruht. Ich finde dieselbe indessen deshalb schon wahrscheinlich, weil man die Vorticellenstiele z. B. durch Ammoniakdämpfe sich contrahiren und später wieder erschlaffen sehen kann, worauf sie noch von neuem einige Contractionen zeigen können. Man breitet zu dem Ende auf den Objectträger eine dicht mit Vorticellen besetzte *Lemna*

aus und fährt damit über einen Teller, auf dem sich etwas NH^3 befindet, hin und her. Besieht man das Präparat jetzt mit dem Mikroskop, so sind alle Stiele stark zusammengezogen und allmälig erst verlassen die Thiere diese Stellung wieder. Früher oder später bleiben sie dann aber doch regungslos liegen, um der Starre zu verfallen, was bedeutend beschleunigt werden kann, wenn man die Ammoniakdämpfe etwas länger einwirken lässt.

Sehr bemerkenswerth ist die Wirkung eines Muskelgiftes, des Veratrin's. Dieser Körper ist in destillirtem Wasser so wenig löslich, dass er gemeinhin als unlöslich bezeichnet wird. Nichtsdestoweniger sterben aber die Vorticellen in einem wässrigen Veratrinaufguss ohne Ausnahme, und zwar unter denselben Erscheinungen, wie ein eben so behandelter Froschmuskel. Die Stiele ziehen sich langsam zusammen und werden exquisit starr, indem der innere Faden stärker lichtbrechend und in Folge dessen viel deutlicher wird. Andere Gifte, wie das Strychnin, dessen wässerige Lösung ebenfalls so unendlich wenig der Substanz enthält, dass an eine besondere endosmotische Einwirkung eben so wenig wie bei dem Veratrin zu denken ist, tödten die Vorticellen ebenfalls, aber unter ganz anderen Erscheinungen. Die Thiere verfallen erst spät in die Starre, verlieren vielmehr nur ihre Erregbarkeit und liegen gerade gestreckt, aber mit fortdauernder Wimperbewegung, ruhig da. In diesem Zustande bewirken auch die stärksten Inductionsschläge keine Bewegung mehr. Wie das Strychnin hier wirkt, ist nicht ganz klar, es scheint die Erregbarkeit einfach zu vernichten, ohne die Starre gleichzeitig herbeizuführen. Merkwürdiger Weise wirkt dagegen das Curare auch in ganz concentrirter Lösung hier gar nicht. Ich habe die Vorticellen in einem braunen Brei von Curare mit Wasser stundenlang in Bewegung bleiben sehen, während ich mit dem auf dem Objectträger befindlichen Tropfen hinterher 2 grosse Frösche vergiften konnte. Wenn man annimmt, dass das Curare nur auf irgend einen Theil des Nervensystems wirke, so mag man sich seine Wirkungslosigkeit daraus erklären, dass die Vorticellen keine

Nerven haben. Die Wirkung der Gifte bei den niederen Thieren wird aber noch manche ungeahnte Dinge aufdecken. Ich brauche bei dieser Gelegenheit nur zu erwähnen, dass die mit Nerven reichlich beschenkten Insecten gar nicht von Curare afficirt werden. Ein anderes Beispiel der Art liefert uns das Upas antiar, das bei den höheren Thieren eine so ausserordentliche Wirkung auf die Muskeln ausübt, die Stielmuskeln der Vorticellen hingegen durchaus nicht beeinträchtigt, während der Tropfen der Lösung dieses Giftes, in dem die Vorticellen lange unbelästigt verweilten, hinreicht, um mehr als 10 Frösche dem sicheren Tode zu überliefern.

Eine vollkommene Gleichheit der Froschmuskeln mit den Stielmuskeln der Vorticellen existirt also nicht. Vielleicht existirt dieselbe aber auch nicht einmal zwischen ganz nahe stehenden Species, ein Umstand, der durch die sorgfältige Ausdehnung der chemischen Reizung gewiss zu Tage treten müsste. Einige Hauptverhältnisse reichen aber hin, um durchgreifende Beziehungen gewisser Organe erkennen zu lassen, und wenn ich nach diesen experimentellen Untersuchungen die Stiele der Vorticellen für wahre Muskeln erklären muss, so geschieht das auf Grund der Uebereinstimmung in der Reizbarkeit und einer grossen Aehnlichkeit in der Wirkung einzelner Gifte, wie z. B. des Veratrins. Eben so sehr liegt aber ferner eine grosse Aehnlichkeit in der Erstarrung. Wir können freilich aus den Vorticellenstielen keine Muskelflüssigkeit auspressen, welche hinterher gerinnt, wir können aber zeigen, dass die Vorticellenmuskeln unter denselben Umständen dauernd das Ansehen der starren Muskeln annehmen können, wie die der Frösche. Schon das Ammoniak und die verdünnte Salzsäure lehrten uns dies, und wir brauchen nicht zu befürchten, die Starre mit einer Contraction verwechselt zu haben, da die Lichtbrechung des starren und des contrahirten Stielmuskels augenscheinlich verschieden ist.

Die Erstarrung setzt einen flüssigen Zustand voraus, und dass der contractile innere Faden der Vorticellenstiele flüssig sei, müsste demnach versucht werden zu zeigen. Ich habe dafür erstens den Grund, dass mir die Möglichkeit der Ge-

traction ebenfalls an einen flüssigen Zustand gebunden zu sein scheint und zweitens eine Beobachtung, welche ich zufällig machte. Eine Vorticelle war an einer Wurzel mit dem Ende des Stieles angeheftet, während die Glocke von einer anderen aufliegenden Lemna-Wurzel in einiger Entfernung davon festgehalten wurde, so dass das Thier in einer gezwungenen festen Lage im gespannten Zustande verharren musste. In der Mitte des Stielmuskels konnte ich nun erkennen, dass das Thier alle möglichen Anstrengungen machte, um sich aus dieser Lage zu befreien. Ich sah ein beständiges Auf- und Abwallen des inneren schleimigen Fadens mit den zierlichsten wellenartigen Bewegungen verknüpft, welche sich in jedem einzelnen Theile der Breite des Muskelcylinders ohne Betheiligung der röhrenförmigen Umhüllung kundgab. Bei einer sehr klaren 300fachen Vergrösserung eines Amici'schen Systems gewährte die Erscheinung durchaus den Anblick eines in wellenartiger Bewegung begriffenen schmalen Insectenmuskels, wodurch die Ueberzeugung bei mir noch mehr befestigt wurde, dass auch dieser scheinbar solide Faden aus einer Flüssigkeit bestehe. Es ist sogar die Möglichkeit vorhanden, dass diese flüssige Masse ganz eng mit einer Membran, einem wahren Sarkolemma umgeben sei, so dass die röhrenförmige äussere Scheide dadurch die Bedeutung einer Fascie oder einer Scheide wie an dem M. rectus abdominis des Menschen erhielte.

Endlich habe ich nun noch den plötzlichen Eintritt der Starre in den Stielmuskeln der Vorticellen mit Hülfe der Wärme zu bestimmen gesucht, und dabei allerdings eine überraschende Uebereinstimmung mit der contractilen Substanz der Frösche gefunden. Der Stielmuskel wird genau bei 40° C. todtenstarr, bei höheren Temperaturen vielleicht sogar noch „wärmestarr", d. h. noch starrer durch weitere Gerinnungen anderer Eiweisskörper.

Wasserlinsen, welche in Menge mit Vorticellen besetzt waren, wurden zuerst mit schwacher Vergrösserung beobachtet, um den lebendigen Zustand der Thiere zu constatiren, und hierauf mit etwas Wasser in ein Probirröhrchen gethan,

das mit eingestecktem Thermometer im Oelbade erwärmt wurde. Die Folge davon ist, dass die Thiere auch schon über 35° innerhalb einiger Zeit absterben und erstarren. Bei 38 und 39° kann man sie aber immer 10—15 Minuten lang erhalten, ohne dass sie sterben; vielmehr scheinen sie dann besonders lebhaft zu werden. Eine herausgezogene Wurzel zeigt dann Haufen von sich lebhaft tummelnden Individuen; augenblicklich aber, so wie die Temperatur 40° erreicht, findet man sie alle todt und bewegungslos, die Stiele mit ihren Windungen eng an einander und starr, wobei die inneren contractilen Fäden eminent deutlich erscheinen. In diesem Zustande verweilen sie längere Zeit, bis endlich die Lösung der Starre eintritt, indem die Muskeln wieder undeutlich werden, die Stiele sich strecken und die Glocke abfällt. Genug die Vorticellen erstarren plötzlich bei derselben Temperatur, wie die Muskeln der Frösche.

Nach den diesen Abhandlungen vorangegangenen Andeutungen kann es nicht meine Absicht sein, eine erschöpfende Darstellung der Physiologie der Muskelbewegung der Infusorien zu geben. Die angeführte kleine Zahl von Thatsachen wird genügen, um vorläufig übersehen zu lassen, dass die experimentelle Untersuchung auch auf diesem Gebiete neben der reinen Beobachtung einhergehen kann. Nur einen Punkt möchte ich noch berühren, der mir von besonderem Interesse zu sein scheint, und welcher die Fortpflanzung der Bewegung in den Muskeln betrifft.

Ob die Vorticellen Nerven besitzen, ist wohl sehr zweifelhaft; von der Glocke bis zum Ende des Stiels läuft gewiss kein Nerv herab, wollte man dort einen annehmen, so wäre dies eine reine, durch Nichts gestützte Hypothese. Von welcher Stelle die Contraction ausgehe, kann nicht zweifelhaft sein, da nur von der Glocke aus der Wille des Thieres wirkt, mithin also wohl auch von der Glocke aus der erste Anfang der Contraction beginnen muss. Im Allgemeinen geschieht das Zusammenschnellen der Stiele so rasch, dass man nicht übersehen kann, wo der Process seinen Anfang nimmt, der gleichzeitig in allen Punkten zu-

gleich einzutreten scheint. Czermak hat zwar empfohlen, dem Wasser eine sehr verdünnte Sublimatlösung zuzusetzen, um damit die Bewegungen zu verlangsamen; ich konnte damit nur erreichen, dass das Abwickeln der contrahirt gewesenen Stiele bei der Erschlaffung langsamer geschah, während die Contraction selbst nicht merklich verlangsamt wurde. Der Sublimat erzeugt später eine Erstarrung, und deshalb kann es kommen, dass der untere Theil des Stiels z. B. sich nicht mehr bewegt, während der obere Theil dann noch schwache Contractionen darbietet, welche zwar nicht an Geschwindigkeit verloren haben, wohl aber weniger energisch sind, so dass keine vollständige Aufrollung zu Stande kommt.

Da das Erschlaffen der Stiele nicht mit der Geschwindigkeit geschieht, wie die Contraction, so kann man allerdings häufig sehen, dass das Thier bald das Glockenende des Stieles zuerst aufrollt, bald das haftende; ja sehr häufig bleibt es längere Zeit in einem solchen Zustande liegen, so dass man vollkommen lebhafte Vorticellen findet, bei welchen der Stiel an der Haftstelle aufgerollt ist, von da bis zur Glocke aber gestreckt, oder bei welchen der Stiel an der Glocke in einigen Windungen zusammengedreht ist, während von da bis zur Haftstelle der Stiel gerade gestreckt liegt. Ich habe indessen auch bei der Contraction gesehen, dass nur das Haftende sich verkürzte, und umgekehrt, dass nur der der Glocke nahe Theil auf eine kurze Strecke zusammengerollt wurde. In keinem Falle konnte ich aber erkennen, ob diese locale Contraction immer von der Glocke nach dem anderen Ende fortging. Sicher ist nur, dass der Stiel ohne Nervenvermittlung von einem Ende zum anderen contrahirt werden kann, und es muss unsere besondere Aufmerksamkeit erregen, dass das Thier durch einen erschlafften Theil hindurch, einen weiter von seinem „Motorium" (?) entfernt liegenden Abschnitt zu beherrschen vermag, eben so wie es auffallen muss, dass es durch einen contrahirten Theil hindurch einen entfernteren Theil, der ebenfalls contrahirt war, erschlaffen lassen kann. Der innere Molecularvorgang

zeigt sich hier so unendlich complicirt, dass seine Enthüllung wohl als eine würdige Aufgabe menschlichen Scharfsinns hingestellt werden darf.

Ob alle Bewegungen der Vorticellen oder überhaupt der entwickelteren Infusorien von einer wahren Muskelsubstanz abzuleiten sind, das muss als eine unerledigte Frage betrachtet werden. Mir scheint es nicht unwahrscheinlich, dass einige Bewegungen an gewissen Körpertheilen, wie Dujardin voraussetzte, von einer der Sarkode ähnlichen Substanz herrühren. Die Erwärmung auf 35° C. giebt ein Mittel an die Hand, dies zu entscheiden, da bei dem Vorkommen von Sarkode die dadurch bewirkten Bewegungen zur Ruhe gebracht werden müssen. In mehreren Versuchen schien es mir, als ob manche Bewegungen an gewissen Theilen der Vorticellenglocke aufhörten; jedenfalls wird die Wimperbewegung schon bei 35° C. bedeutend beeinträchtigt. Ob die Bewegung aller Flimmercilien hierauf beruht, weiss ich nicht, man kann sich aber sehr leicht überzeugen, dass von 2 Hälften einer Froschzunge, auf welchen man vorher die Bewegung der Flimmerzellen constatirte, diejenige sehr bald gar keine Bewegung mehr zeigt, welche im Wasser von 35° C. kurze Zeit verweilte, während die im kalten Wasser bewahrte noch sehr lange das Phänomen darbietet. Vielleicht steht hiermit die Beobachtung von Billroth im Zusammenhange, welcher Flimmerzellen sah, die von Zeit zu Zeit langsam alle Cilien in sich hineinzogen, so dass das Flimmern gehemmt wurde. Ein ganz ähnliches Aussehen bieten die auf 35° erwärmten Präparate dar.

Die Bewegungen der Sarkode und die Flimmerbewegung[1]) nebst der der Samenfäden sind nach Allem Angeführten

1) Virchow's Entdeckung über die Wiederbelebung der Flimmerzellen mittelst Alkalien scheint zwar auf eine Reizbarkeit im Sinne der Muskelirritabilität zu deuten. Die Differenz ist aber in anderer Beziehung sehr bedeutend, da die energischsten Muskelreize, die sehr verdünnten Säuren, sowie das Ammoniak, wie ich mich mehrfach überzeugte, keine Rückkehr oder Beschleunigung der Flimmerbewegung hervorrufen.

durchaus von den wahren Muskelbewegungen zu trennen. Die letztere muss dagegen als ein Attribut allen thierischen Wesen, vom Menschen bis auf die Infusorien hinab, betrachtet werden.

Paris, den 10. August 1859.

Ueber die Reaction der Nervensubstanz.

Von

OTTO FUNKE.[1])

Die mannichfachen fruchtreichen Untersuchungen, welche in neuerer und neuester Zeit zur Lösung des wichtigsten thierisch-physiologischen Problems, der Frage nach dem Wesen der Nerven- und Muskelthätigkeit, oder wenigstens zur Beschaffung einer exacten Unterlage für eine künftige Lösung desselben angestellt worden sind, haben eine überraschende vielseitige Analogie in dem physikalischen, chemischen und physiologischen Verhalten des Muskels und des Nerven constatirt. Ich erinnere an die vollständige Uebereinstimmung des elektromotorischen Verhaltens beider Gebilde in der Ruhe und in der Thätigkeit, an die gleiche innige Beziehung der elektromotorischen Kraftentwicklung zur Leistungsfähigkeit bei beiden. Ich erinnere ferner an das im Wesentlichen übereinstimmende Verhalten beider gegen die als Reize bezeichneten Agentien, welches freilich nur dann als Beweis für die in Rede stehende Analogie in Betracht kommt, wenn, wie es jetzt ernstlich den Anschein gewinnt, nach langem für und wider geführten Kampfe die Existenz einer selbständigen Muskelirritabilität zweifellos erwiesen

---

1) Von Hrn. Prof. Funke aus den Berichten der Kön. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften (Mathematisch-physische Classe. Sitzung am 13. August 1859. S. 161 ff.) zum Abdruck mitgetheilt.

wird. Ich erinnere endlich an die mannichfache chemische Uebereinstimmung beider, welche sich theils in der fast vollständigen Identität der Producte ihres lebendigen Stoffwechsels, soweit diese durch Untersuchungen des Parenchymsaftes von Nerven und Muskeln festgestellt sind, ausspricht, theils durch die bei beiden nachgewiesene Coincidenz des Verlustes der Leistungsfähigkeit mit der spontanen Gerinnung eines eiweissartigen Bestandtheils bestätigt wird, u. s. w. Eben diese chemische Analogie ist es, für welche die von mir beobachteten Thatsachen einen neuen Beleg liefern, indem sie für die Nerven ein gleiches Verhalten darthun, wie es durch die interessanten Untersuchungen du Bois-Reymond's vor Kurzem in Betreff der Bildung von freier Säure für den Muskel dargethan worden ist.

Bisher hatte man, gestützt auf Liebig's epochemachende Arbeit über die Constitution des Muskelparenchymsaftes, allgemein angenommen, die Milchsäure sei ein constanter Bestandtheil des lebendigen Muskels, ein stetiges Erzeugniss seines Ernährungsstoffwechsels; zahlreiche, weitgreifende Folgerungen in Betreff des Muskelchemismus, elektrochemische Hypothesen sind auf diese vermeintlich unzweifelhafte Thatsache gegründet worden. Es musste daher nothwendig in hohem Grade überraschen, als du Bois[1]) mit untadelhafter Schärfe den Beweis führte, dass der normale Muskel, so lange er lebt, d. h. so lange er leistungsfähig ist, neutral oder gar schwach alkalisch reagirt, dass er im Leben nur nach vorausgegangenen erschöpfenden Ueberanstrengungen eine saure Reaction annimmt, dass dagegen die nach Liebig's Methode aus dem todten Fleische darstellbare freie Säure ein Product der beginnenden Fäulniss des Muskels ist; indem der neutrale oder alkalische Muskel, sobald die das Ende seines Lebens bezeichnende Todtenstarre sich wieder zu lösen beginnt, d. h.

1) E. du Bois-Reymond, de Fibrae muscularis Reactione, ut Chemicis visa est, acida, Commentatio. Berolini 1859, 4. und: Ueber die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches. Monatsber. d. Berl. Akad., März 1859, S. 288.

sobald das erste Stadium der fauligen Zersetzung eintritt, saure Reaction annimmt.

Die Ergebnisse der neueren sorgfältigen Studien über die chemische Constitution der Nervensubstanz, insbesondere der von v. Bibra und W. Müller gelieferte Nachweis, dass unter den Extractivstoffen derselben ausser Kreatin, Inosit, Hypoxanthin (Sarkin) auch Milchsäure in erheblichen Mengen auftritt, die Beobachtung von M. Schultze, dass das elektrische Organ des Zitterrochens im frischen Zustande constant saure Reaction zeigt, mussten den Gedanken nahe legen, dass die Nervensubstanz in Bezug auf ihre Säuerung und die Bedingungen der Bildung freier Säure vielleicht vollkommen mit der Muskelsubstanz übereinstimme. Ich unternahm zur Bestätigung oder Widerlegung dieser Vermuthung eine Reihe von Parallelversuchen zu denen du Bois' und fand durch dieselben meine Erwartung bestätigt: die Nervensubstanz zeigt sowohl in den grösseren peripherischen Nervenstämmen als in den Centralorganen, Rückenmark und Gehirn, während des Lebens im Zustand der Ruhe neutrale Reaction, wird dagegen wie der Muskel einestheils durch erschöpfende Thätigkeit, anderntheils in Folge der nach dem Tode eintretenden Zersetzungen sauer.

Die Beweise für diesen Satz liefern folgende Versuchsresultate. Um die Reaction der ruhenden Nervensubstanz zu prüfen, kam es darauf an, eine Tödtungsart für die Versuchsthiere zu wählen, welche keine Nervenanstrengungen als Vorläufer des Todes mit sich bringt. Begreiflicherweise musste daher eben so wohl von der Decapitation, als der Verblutung, welche unter fallsuchtartigen Zuckungen zum Tode führt, als von der Application solcher Gifte, welche tetanische Krämpfe herbeiführen, abgesehen werden. Da auch der tödtlichen Opiumnarkose nicht selten heftige Krämpfe vorhergehen, da ferner bei Chloroformtod an die, wenn auch fern liegende Möglichkeit zu denken war, dass die notorisch aus dem Chloroform im Blut sich bildende Ameisensäure eine saure Reaction des Nervenparenchyms bedingen könnte, wählte ich endlich das amerikanische Pfeilgift, obwohl diese

Wahl durchaus nicht so unbedenklich ist, wie in dem Falle, wo es sich um Tödtung ohne Muskelanstrengung handelt. Mit Urari vergiftete Thiere sterben allerdings ohne Krämpfe, allein diese Ruhe kann sehr wohl ausschliesslich Folge der verloren gegangenen Herrschaft der Nerven über die Muskeln bei vollständiger Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Nerven in den Stämmen und Centralorganen sein, wie ich durch meine eigenen Versuche (s. diese Ber. 1859. S. 1) wahrscheinlich gemacht zu haben glaube. Es ist daher denkbar, dass nach Urarivergiftung jeder mögliche Grad von Anstrengung der Nerven eintritt und nur wegen des unterbrochenen Nerv-Muskelverhältnisses nicht mehr zur Erscheinung kommen kann. Indessen ist dies nur eine Möglichkeit, keine Wahrscheinlichkeit; vermeidet man jede Irritation der vergifteten Thiere, so liegt kein Grund zu der Vermuthung vor, dass ohne äussere Anregung spontaner Tetanus der Nerven entstehen könnte.

Ich vergiftete also Frösche und Kaninchen mit grossen Dosen Urari, und begann die Untersuchung bei letzteren, wenn der Stillstand der Respiration und des Herzschlages sicher den Eintritt des allgemeinen Todes bezeugte, bei Fröschen, wo solche Todesmerkmale fehlen, kurze Zeit nach dem vollständigen Erlöschen der Reflexe. Freilich musste ich bei Fröschen, an denen mir der Multiplicator noch 24 Stunden nach der Vergiftung Zeichen der erhaltenen Leistungsfähigkeit der Nerven geliefert hatte, immer gewärtig sein, durch die folgenden Operationen eine Erregung der sensibeln und motorischen Nerven unvermeidlich herbeizuführen. Zu den bezeichneten Zeitpunkten brach ich möglichst schnell den Rückgratscanal auf und nahm das Rückenmark heraus, nachdem ich bei Kaninchen vorher durch Eröffnung der Jugularvenen und Schenkelvenen für eine möglichst vollständige Entleerung des Blutes gesorgt hatte. Das herausgenommene Rückenmark wurde von seinen Häuten frei präparirt, mit Wasser von anhängendem Blut befreit, vorsichtig auf Fliesspapier getrocknet und nun mit einer sorgfältig gereinigten Scheere ein Querschnitt angelegt. Die

Prüfung der Reaction desselben nahm ich in der von du Bois befolgten Weise vor, indem ich ihn gegen Lackmuspapier und zwar, wo es sich um zweifelhafte Reaction handelte, gegen die Berührungsgränze eines rothen und blauen Lackmuspapierstreifens andrückte; da Rückenmark und Nerven weit ärmer an Parenchymsaft als Muskeln sind, muss man die Berührung so lange unterhalten, bis die Flüssigkeit Zeit gehabt hat, sich in das Papier zu imbibiren und die Reaction auch auf der Unterfläche zum Vorschein kommt, wo sie reiner erscheint, nicht gestört durch anhaftende Partikelchen von Nervenmark. In allen untersuchten Fällen fand ich die Reaction des frischen Rückenmarks nach Urarivergiftung an jedem beliebigen Querschnitt neutral, den Reactionsfleck in der Regel von jener violetten Färbung, von deren Deutung für eine neutrale Reaction du Bois ausführlich gehandelt hat. Nur einmal fand ich bei einem sehr scheuen, vor der Vergiftung daher stark agitirten Kaninchen eine Reaction, bei welcher ich zweifelhaft war, ob sie nicht bereits für eine schwach saure anzusprechen sei. Der Reactionsfleck erschien in allen Fällen ziemlich gleichförmig gefärbt; ich habe keine deutlichen und constanten Färbungsunterschiede des centralen, der Berührungsfläche der grauen Substanz entsprechenden Theils gegen den peripherischen wahrnehmen können; graue und weisse Substanz zu prüfen ist wenigstens beim Rückenmark eine missliche Aufgabe. Bewahrt man nun das ausgeschnittene Rückenmark vor Verdunstung geschützt auf, und prüft von Zeit zu Zeit auf's Neue die Reaction, so sieht man in derselben Weise wie bei den Muskeln eine Säuerung eintreten, die Säuerung eine Zeit lang zunehmen und dann mit eintretendem Fäulnissgeruch in alkalische Reaction übergehen. Genaue Zeitangaben über die Eintrittszeit und die Dauer der Säuerung kann ich nicht mittheilen. Bei Kaninchen fand ich 18—20 Stunden nach der Vergiftung stets deutlich saure Reaction, meist schon ziemlich intensiv ausgeprägt, am zweiten Tage war dieselbe in der Regel ebenfalls noch vorhanden, am dritten aber immer Fäulniss und alkalische Reaction vorhanden, das Rücken-

mark im Zerfliessen zu einem stinkenden Brei begriffen. An sehr heissen Tagen war schon am zweiten Tage der Uebergang bemerkbar. Als ich bei einem Frosche das Rückenmark 22 Stunden nach der Vergiftung erst herausschnitt, fand ich die Reaction desselben und ebenso die der Muskeln noch vollständig neutral, während die Reaction des unmittelbar nach der Vergiftung herausgeschnittenen und ausserhalb des Körpers aufbewahrten Rückenmarks um diese Zeit auch bei Fröschen stets sauer gefunden wurde. Dieser Befund ist nicht ohne Interesse, und war besonders bei der von mir vertretenen Ansicht, dass das Urari auf die Stämme der Nerven nicht direct lähmend wirkt, vorher zu sagen. So gut bei Fröschen die Nerven, wenn sie unversehrt innerhalb des Körpers bleiben, noch 24 Stunden nach Urarivergiftung am Multiplicator einen Nervenstrom von unveränderter Stärke und auf Reizung eine negative Schwankung von eher gesteigerter als herabgesetzter Grösse zeigen, eben so gut werden sie so lange Zeit die dem leistungsfähigen Nerv zukommende neutrale Reaction beibehalten. Ich habe denselben Versuch mit gleichem Erfolg wiederholt.

Misslicher als vom Rückenmark ist von den noch trockneren Nervenstämmen eine deutliche Reaction zu erhalten; indessen gelingt es doch, wenn man den Nerv oberhalb des angelegten Querschnittes mit der Pincette zusammendrückt und den so hervorgepressten Querschnittwulst hinreichend lange gegen das Lackmuspapier drückt. Ich habe auf diese Weise von frisch nach der Urarivergiftung herausgeschnittenen Ischiadicusstämmen niemals eine saure Reaction, sondern stets einen schwach violetten Fleck, den ich mit du Bois als Zeichen einer neutralen Reaction anspreche, erhalten. Dagegen habe ich am anderen Tage an dem im feuchten Raume aufbewahrten Nerven wiederholt eine unverkennbare saure Reaction wahrgenommen. Nach diesen Thatsachen stehe ich nicht an, für die Nerven den gleichen Satz, wie für die Muskeln auszusprechen, dass sie im Leben, sobald keine anstrengende Thätigkeit vorausgegangen, neutral reagiren, nach dem Tode aber in Folge einer chemischen

Zersetzung sauer werden. Höchst wahrscheinlich beginnt auch bei ihnen der Säuerungsprocess mit dem Verluste der Leistungsfähigkeit, welcher sich freilich nicht durch ein so leicht controlirbares Merkmal, wie bei den Muskeln durch die Todtenstarre und das Aufhören der Contractionen beurkundet.

Es war von Interesse, zu untersuchen, ob höhere Temperaturen denselben auffallenden Einfluss auf den Säurungsprocess der Nerven ausüben, wie ihn du Bois für die Muskeln ermittelt hat, ob also auch die Nerven bei einer Temperatur von 45—50° C. schnell sauer werden, auf Einwirkung von Siedehitze aber für immer neutral bleiben oder gar alkalisch werden. Ich habe mit dem Rückenmark von Kaninchen du Bois' Versuche wiederholt, dabei aber insofern etwas abweichende Ergebnisse erhalten, als ich zwar eine deutliche Säuerung des neutralen Marks durch 5—10 Minuten lange Einwirkung höherer Temperaturen (Eintauchen in erwärmtes Wasser) beobachtete, aber dieselbe, ja sogar eine etwas intensivere Säuerung durch Siedehitze wie durch Temperaturen von 45—50° eintreten sah; besonders war am anderen Tage nach diesem Versuch eine intensivere saure Reaction des der Siedehitze ausgesetzten Rückenmarkstücks unzweifelhaft. Ueber diesen Unterschied zwischen Nerven und Muskeln lässt sich nur vermuthungsweise etwas aussagen. du Bois selbst findet den gesottenen Muskel alkalischer als den rohen frischen Muskel, glaubt aber auf directe Versuche hin nicht annehmen zu dürfen, dass die stärkere Alkalescenz durch Freiwerden von Alkali bei der Coagulation eines Albuminats durch die Siedehitze bedingt sei. du Bois' Versuche sind dieser Annahme allerdings nicht günstig; allein trotzdem möchte ich doch noch an die Erklärung glauben, da dieselbe so nahe gelegt wird durch die bei zoochemischen Arbeiten täglich zu constatirende Thatsache, dass an Natronalbuminat reiche Flüssigkeiten nach dem Coaguliren stärker alkalisch reagiren als vorher, oder wieder alkalisch werden, wenn man sie vorher genau neutralisirt hat, wie ich dies besonders auffallend und oft bei hydropischen Transsudaten

beobachtet habe. Da es nun aber auf der anderen Seite eben so sicher Albuminate giebt, deren neutrale Lösungen bei der Coagulation sauer werden, wie dies Lehmann für die Lösungen des Hämatokrystallins erwiesen hat, wie dies wahrscheinlich auch beim Coaguliren frischer Blutzelleninhaltlösung eintritt, so ist an die Möglichkeit zu denken, dass unter den noch sehr ungenau gekannten Proteinkörpern der Nervensubstanz einer ist, welcher dieselbe Eigenschaft hat und so die saure Reaction des gekochten Rückenmarks bedingt. Doch ist dies, wie gesagt, nur eine Vermuthung; im Allgemeinen dürfte vorläufig der in Rede stehende Unterschied zwischen Nerven und Muskeln ohne grossen Belang sein.

Ich gehe zu denjenigen Versuchen über, welche bestimmt waren zu beweisen, dass auch die Nerven bei intensiver lebendiger Thätigkeit freie Säure bilden, wie die Muskeln. Um Rückenmark und Nerven vor der Reactionsprüfung einer möglichst heftigen erschöpfenden Anstrengung auszusetzen, vergiftete ich Frösche und Kaninchen mit starken Gaben Strychnin, und liess die Thiere nach eingetretener Intoxication theils durch die spontanen Tetanusanfälle sich erschöpfen, theils unterhielt ich dieselben auf reflectorischem Wege, indem ich wiederholt in kurzen Intervallen das Rückenmark von der Rückenhaut aus mit starken Inductionsströmen bis zur Erschöpfung tetanisirte. Nachdem so bei Kaninchen während der Anfälle der Tod erfolgt war, oder nachdem ich die vollkommen erschöpften Frösche decapitirt hatte, nahm ich wie vorher schnell das Rückenmark heraus und prüfte die Reaction frischer Querschnitte. Ich fand dieselben constant deutlich, meist stark sauer. Beiläufig bemerkt, konnte diese saure Reaction nicht etwa von einer von aussen in das Mark imbibirten Flüssigkeit herrühren (eine Voraussetzung, welche wohl überhaupt kaum statthaft ist), da die Spinalflüssigkeit stets stark alkalisch reagirte, besonders bei Fröschen. In gleicher Weise fand ich den Querschnitt des Ischiadicusstammes bei Fröschen und Kaninchen unzweifelhaft sauer. Hier könnte nun eher an eine Imbibition

post mortem gedacht werden, da die Ischiadici rings in sauer gewordene Muskeln eingebettet liegen, und es schien für diese Annahme wirklich der Umstand zu sprechen, dass ich bei Kaninchen auch die äussere Oberfläche des Nerven sauer fand, und Lackmuspapier, welches ich nach Herausschneidung des Nerven mit dem Zellgewebe des Interstitiums, wo er gelegen, in Berührung brachte, sich deutlich roth färbte. Da aber die Oberflächen der Muskeln an andern Stellen, wo keine Nervenstämme gelegen, nicht deutlich sauer reagirten, möchte ich viel eher glauben, dass die im Nervenstamm durch den anhaltenden Tetanus gebildete Säure durch die Scheiden hindurch in das umgebende Zellgewebe sich imbibirt habe, als umgekehrt. Jedenfalls sprechen die Beobachtungen am Rückenmark für eine genuine Säuerung des Nerven.

Ein sehr instructiver Versuch ist folgender. Ich band einen kräftigen grossen Frosch auf den du Bois'schen Froschträger, durchschnitt auf der linken Seite desselben dicht an der Mittellinie sämmtliche Wurzeln des linken Ischiadicus, brachte dann Strychnin unter die Rückenhaut, und tetanisirte nun wie vorher nach eingetretener Intoxication bis zur Erschöpfung: der linke Ischiadicus konnte an dem Tetanus natürlich keinen Theil nehmen. Nach Beendigung der Reizung fand ich wie vorher das Rückenmark und ebenso den rechten Ischiadicus stark sauer reagirend, den linken dagegen neutral. Ich glaube somit, dass kein Zweifel übrig bleibt, dass die Nerven auch in dieser Beziehung den Muskeln sich analog verhalten, bei anstrengender Thätigkeit saure Reaction annehmen. Die stark saure Reaction, welche M. Schultze constant in den elektrischen Organen frisch getödteter Zitterrochen fand, mag wohl ihre Entstehung ebenfalls einer dem Tode vorhergehenden erschöpfenden Anstrengung dieses Nervenapparates durch Entladungen verdanken.

Ueber die Natur der freien Säure, welche im Nerven nach dem Tode und nach Ueberanstrengung auftritt, habe ich keine directen Versuche angestellt; da indessen, wie erwähnt, Milchsäure im Nervensaft sicher nachgewiesen ist, da

die rothen Reactionsflecke auf dem Lackmuspapier nicht vergänglich waren, ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die unter den genannten Verhältnissen auftretende Säure der Nervensubstanz Milchsäure ist, eben so wahrscheinlich als bei den Muskeln. Eben so wenig habe ich directe Thatsachen oder plausible Vermuthungen über die Quellen der fraglichen Milchsäure und den chemischen Hergang ihrer Entstehung. Es lässt sich erwarten, dass auch hierin Analogie zwischen Muskel und Nerv herrscht; wenn aber du Bois die Säuerung des Muskels mit Recht den Gährungsvorgängen als nahe verwandt anreiht, so ist damit leider so gut wie nichts erklärt.

Eine Frage von grossem Interesse ist noch die: ist die Säurebildung nach dem Tode und im Leben durch Ueberanstrengung derselbe Process? Eine bestimmte Antwort ist nicht möglich, es liegt aber auch kein Grund vor, an der Identität beider Vorgänge zu zweifeln, ohne dass man nöthig hat, die Säurebildung im Leben als Product eines durch die übermässige Thätigkeit bedingten partiellen Todes der Nervensubstanz zu betrachten, eine Vermuthung, welche du Bois für den Muskel eben so scharf widerlegt hat, als die entgegengesetzte Vermuthung, dass die mit Säurebildung verknüpfte Todtenstarre des Muskels als letzte lebendige Contraction aufzufassen sei. Es ist sehr wohl denkbar, dass die im Leben durch die Thätigkeit bedingte Zersetzung der Muskel- und Nervenelemente, mit der fauligen Zersetzung nach dem Tode in ihren Producten trotz der Verschiedenheit der Ursachen übereinstimmt. Es knüpft sich hieran noch eine weitere Betrachtung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass im Leben nicht bloss bei übermässigen Anstrengungen Säure gebildet wird, sondern bei jeder Thätigkeit, dass nur die bei mässiger Arbeit gebildete geringe Säuremenge aus irgend welchem Grunde nicht zur Wahrnehmung kommt. Es liegt nun sehr nahe, die Nichtwahrnehmbarkeit geringer Säuremengen im Leben von einer Sättigung derselben durch das aus dem Blut stammende Alkali des Parenchymsaftes herzuleiten. Es scheint mir aber auch noch an eine andere

Möglichkeit gedacht werden zu müssen, welche zugleich eine Erklärung für den auffallenden Umstand böte, dass der Beginn der spontanen Säuerung nach dem Tode mit der Todtenstarre des Muskels zusammenfällt, und welche ferner die Säuerung durch die Thätigkeit und nach dem Tode zusammenbrächte. Die nächste Erklärung jener Coincidenz von Todtenstarre und Säuerung kann doch nur darin gesucht werden, dass mit dem Eintritt der Todtenstarre ein Moment in Wegfall kommt, welches vorher entweder die Bildung oder die Anhäufung der gebildeten freien Säure hindert. Nun wissen wir, dass die Todtenstarre das Ende der elektromotorischen Wirksamkeit des Muskels bezeichnet, es ist daher wohl möglich, dass sowohl im Leben als nach dem Tode eine stetige Umsetzung gewisser Muskel- und Nervenelemente in Milchsäure stattfindet, dass aber die gebildete Säure durch die im Muskel und Nerven selbst erzeugten elektrischen Ströme elektrolytisch zerstört wird. Da würde sich die Säuerung nach dem Tode einfach aus dem Erlöschen der elektromotorischen Wirksamkeit erklären, die Säuerung durch die starke Anstrengung aber vielleicht aus der im Thätigkeitszustand erwiesenermassen eintretenden Herabsetzung der elektromotorischen Wirksamkeit. Es kam darauf an, diese hypothetische Anschauung experimentell zu prüfen; ich habe in diesem Sinn einige Versuche angestellt, kann aber noch nicht sagen, dass ich bis jetzt durch dieselben zu einem entscheidenden Resultat gelangt bin. Ich glaube mich zwar überzeugt zu haben, dass durch starke constante Ströme Milchsäure frei und in Verbindung mit Alkali leicht elektrolytisch zerstört wird; aber darin liegt kein entscheidender Beweis, wenn auch der Einwand, dass die Muskel- und Nervenströme zu schwach für solche Wirkungen seien, nicht von Belang ist, da wir Grund haben, diesen Strömen in unmittelbarer Umgebung der elektromotorischen Molekeln eine ganz ausserordentliche Dichtigkeit zu vindiciren. Ein directer Versuch, von dem ich Aufschluss hoffte, war folgender. Ich schnitt die beiden Gastroknemii und beide Ischiadici eines durch Urari vergifteten Frosches zu einer Zeit, wo erstere

anfingen in den Zustand der Starre überzugehen, aus, überzeugte mich, dass alle vier noch neutral reagirten, brachte sie dann unter eine kleine Glasglocke so, dass je ein Gastroknemius und ein Ischiadicus auf den Elektroden eines galvanischen Elementes lagen, die anderen aber vollkommen isolirt waren, und liess nun durch erstere 14—20 Stunden lang einen constanten Strom gehen. Wird die im Muskel und Nerv gebildete Milchsäure elektrolytisch zerstört, so war zu erwarten, dass nachdem in allen vier Gebilden mit dem Erlöschen der eignen Stromentwicklung das die Säuerung vereitelnde Agens weggefallen war, eben diese Säuerung in dem nicht vom constanten Strom durchlaufenen Muskel und Nerv sich zeigen musste, während sie in dem anderen Muskel und Nerv, in denen der künstliche Strom die elektrolysirende Wirkung des erloschenen eigenen fortsetzte, ausblieb. In der That habe ich nun einige Male Unterschiede zu Gunsten dieser Voraussetzung gefunden, aber so geringe, dass ich kein entscheidendes Gewicht darauf zu legen wage, um so mehr, als ich in anderen Fällen keinen Unterschied wahrnehmen konnte. Ich behalte mir vor, wenn fortgesetzte Versuche günstigere Ergebnisse liefern sollten, auf diesen Punkt zurückzukommen.

Bemerkungen über die Reaction der elektrischen Organe und der Muskeln.

Von

E. du Bois-Reymond.

1.

Die ausgezeichnete Schrift von Hrn. Max Schultze über den Bau der elektrischen Organe enthält folgende Angaben:

„Die electrischen Organe lebender Zitterrochen reagiren deutlich sauer. Trocknes blaues Lackmuspapier auf eine frische Schnittfläche der Organe gedrückt, färbt sich ausnahmslos roth. Die Farbenveränderung tritt auch beim Auflegen ausgeschnittener Stückchen ein und

zeigt sich ebenfalls bei Organen bereits abgestorbener Fische, denen durch Reizung des electrischen Lappens des Hirns kein electrischer Schlag mehr entlockt werden kann. Drückt man Stücke des sehr saftigen Organes zwischen den Fingern oder in einem Leinwandsäckchen aus, so giebt die abtropfende Flüssigkeit dieselbe Reaction. Diese Flüssigkeit in einem Uhrglase gesammelt, gerinnt wenigstens innerhalb der ersten Stunde nicht. Auch zeigten die electrischen Organe unverletzter Fische zu einer Zeit, wo die Muskeln in Todtenstarre lagen, so viel ich beobachten konnte, keine Veränderung im Vergleich mit den Organen lebender Thiere. Wäscht man kleingeschnittene frische electrische Organe mit destillirtem Wasser aus, so erhält man eine fast farblose, von wenig beigemischtem Blute kaum röthlich gefärbte, trübe, stark schäumende, dickliche, doch nicht fadenziehende Flüssigkeit von deutlich saurer Reaction." [1]).

Ich selbst habe einige Beobachtungen über die Reaction des Organes vom *Malapterurus* gemacht. Schon bei Gelegenheit des Todes des grössten der drei Fische der ersten Sendung, deren Geschichte ich in der öffentlichen Sitzung der Akademie am 28. Januar 1858 erzählte,[2]) unterliess ich nicht, die Reaction des Organes zu prüfen. Doch geschah dies erst, als seit dem Tode des Fisches mindestens 30 Stunden verflossen waren. Der Fisch hatte zwar diese Zeit in einer Temperatur von nur wenigen Graden über Null zugebracht, und das Organ zeigte noch lange nachher secundär-elektromotorische Erscheinungen, die auf die Erhaltung des Lebenszustandes in gewissem Grade deuten.[3]) Ich zog es jedoch damals vor, das Ergebniss, zu dem ich gelangte, neutrale Reaction des Organes nämlich nach Art der Muskeln, mit Stillschweigen zu übergehen.

Am 3. Mai d. J. ward abermals ein *Malapterurus Beninensis*, von einer zweiten, im Juli und August 1858 durch die Güte der Hrn. Bence Jones und Goodsir an mich gelangten Sendung stammend, in meinem Aquarium todt gefunden. Das Organ schlug weder mehr bei Berührung der Haut durch Reflex, noch bei elektrischer Reizung seines Nerven; doch war es noch vollkommen frisch. Jede Schnittfläche des Organes reagirte neutral in der Art, wie frischer Muskelquerschnitt. So war auch das Verhalten noch nach 24 Stunden. Am dritten Tage dagegen war das Organ deutlich sauer geworden. Die rothen Flecke verschwanden nicht beim Trocknen. Am vierten Tage war das Organ in offener Fäulniss, und reagirte alkalisch. Die Temperatur schwankte um 15° C.

---

1) Zur Kenntniss der electrischen Organe der Fische. Besonders abgedruckt aus dem 4. und 5. Bande der Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle. Zweite Abtheilung. Torpedo. Halle 1859. 4o. S. 27.

2) Monatsberichte der K. Preuss. Akademie der Wissenschaften. 1858. S. 89.

3) Ebendaselbst S. 106.

An dem frischen Organ am ersten Tage prüfte ich die Wirkung höherer Temperaturgrade auf die Reaction. Es zeigte sich, dass ein Aufenthalt von 5' in Wasser von 40 bis 50° C., der beiläufig die Consistenz des Organes ganz unverändert zu lassen scheint, die Reaction aus der neutralen in die saure verwandelt. Es gehörte aber zum Hervortreten der letzteren eine viel längere Berührung mit dem blauen oder violetten Lackmuspapier, als bei Froschmuskeln, die auf 40° C. erwärmt worden sind. Ein anderer Unterschied von den Froschmuskeln bestand darin, dass die Organstücke, obschon sie dünne, rasch von der Hitze zu durchdringende Streifen darstellten,[1]) auch durch 2' langen Aufenthalt in der Siedhitze, welche gleichfalls nicht seiner Wärmestarre des Organes Aehnliches herbeiführt, sauer wurden. In dieser Hinsicht stimmt also das elektrische Organ mit der Nervensubstanz überein, welche gleichfalls, wie Hr. Funke gezeigt hat,[2]) durch die Siedhitze sauer wird. Während aber Hr. Funke die Nervensubstanz durch die Siedhitze noch saurer werden lässt, als durch die Temperatur von 40—50°, glaube ich erkannt zu haben, dass in dem Fall des gesottenen Organes die saure Reaction eine minder ausgesprochene ist, als in dem Fall des nur bis 40 oder 50° erhitzten: worin man eine Andeutung des von mir bei den Muskeln beobachteten Verhaltens sehen könnte.

Da das Organ des *Malapterurus* in diesem Falle sowohl mit der Zeit von selbst als auch sofort durch die Hitze sauer wurde, so kann man, wie mir scheint, nicht sagen, dass dasselbe vielleicht zu schlecht genährt gewesen sei, um die nach Hrn. Schultze's Angabe dem elektrischen Organ eigentlich zukommende saure Reaction zu zeigen. Eben so wenig ist daran zu denken, dass diese Reaction bereits durch ammoniakalische Fäulniss verdeckt gewesen sei, denn es war erstens viel zu früh nach dem Tode, es fehlte zweitens an allen Zeichen der Fäulniss, und es würde drittens dabei unverständlich bleiben, wie das Organ sich selbst überlassen oder höheren Temperaturgraden ausgesetzt sauer wurde.

Da es nun höchst unwahrscheinlich ist, dass das elektrische Organ von *Malapterurus* im frischen Zustande neutral, das von *Torpedo* aber sauer reagire, so ist wohl die beste Annahme die bereits von Hrn. Funke[1]) angedeutete, dass das elektrische Organ, ähnlich dem Muskel nach meiner, und dem Nerven nach Hrn. Funke's Beobachtung, sich bei dauernder heftiger Leistung säuere. In der That kann man sich leicht denken, dass die Zitterrochen von dem Augenblick des Fanges an, bis sie in die Hände des Experimentators gelangen, einer Menge

---

1) Monatsberichte a. a. O. S. 307.
2) S. oben S. 841.
1) S. oben S. 843.

von Kränkungen ausgesetzt sind, welche sie nicht verfehlen jederzeit mit Schlägen zu beantworten, so dass sie sich gleichsam von selbst in den Fall meiner bis zur Erschöpfung tetanisirten Hunde, Kaninchen oder Frösche versetzen.

2.

In Bezug auf die Säuerung der Muskeln durch die Zusammenziehung schreibt mir Hr. Professor Schwann aus Löwen vom 21. August d. J.:

„Ich danke Ihnen sehr für die freundliche Uebersendung Ihrer neuesten Abhandlung über die Reaction der Muskeln, und beeile mich, Ihnen ein darauf bezügliches Factum mitzutheilen, welches Sie gewiss interessiren wird. Die Entwickelung der Säure ist offenbar die Ursache, weshalb frisch geschlachtetes Fleisch weniger mürbe ist, als solches, das ein paar Tage gelegen hat. Hören Sie was mir vorgekommen ist. Ich war bei einem Freunde auf einem benachbarten Landgute. Es wurden viele Gäste zu der Eröffnung der Jagd und dem dabei stattfindenden Essen eingeladen. Da aber der Tag der Jagderöffnung zu spät war bekannt gemacht worden, so konnten die Antworten der Eingeladenen nicht zeitig genug einlaufen, um darnach das Essen einzurichten. Es hiess also: Nöthigenfalls ist der Hühnerhof reichlich genug versehen, um auszuhelfen. Ich machte die Bemerkung, dass frisch geschlachtete Thiere nicht sofort gebraten werden könnten, weil sie nicht mürbe sind; worauf mein Freund Folgendes antwortete: „Es giebt allerdings ein Mittel, diesem Uebelstande abzu„helfen und das Fleisch mürbe zu machen; aber es ist zu grausam, „als dass ich es anwenden möchte. Es besteht darin: Man giesst dem „lebenden Huhn mit Gewalt einen Löffel Essig in den Mund, bringt „es dann in ein verschlossenes Zimmer, worin nichts Zerbrechliches ist, „namentlich keine Glasscheiben, und jagt es darin herum bis zur gänz„lichen Ermüdung des Thiers. Wenn man alsdann das Thier sogleich „schlachtet, so ist das Fleisch sehr mürbe.“ Sie sehen also, dass die Köchinnen Ihrer Entdeckung zuvorgekommen sind und wissen, dass die Säure das Fleisch mürbe macht und dass diese Säure durch heftige Anstrengung der Muskeln am lebenden Thier hervorgerufen werde. Es ist jedenfalls interessant zu sehen, wie die wissenschaftliche Forschung Verfahrungsweisen erklärt, auf welche die blosse Erfahrung des gewöhnlichen Lebens schon geführt hatte. Ich glaube, dass die mitgetheilte Thatsache als Bestätigung Ihrer schönen Versuche über die Reaction der Muskeln Interesse für Sie haben wird.“

Wie ich vernehme, herrscht im Inneren von Chile auf den Haciendas ebenfalls die Sitte, die Hühner, auf die der Reisende gewöhnlich als einzige Fleischkost angewiesen ist, durch Umherjagen und wiederholte Steinwürfe zu Tode zu hetzen. Sollte das Vorkommen derselben Sitte in Chile und in Belgien auf einen gemeinsamen spanischen Ursprung deuten?

3.

Unter dem Titel: „Ueber die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches“ hat Hr. v. Liebig in den Annalen der Chemie und Pharmacie (1859. Bd. CXI.

S. 357.) sich über meine denselben Titel führende Abhandlung in den Monatsberichten der Akademie (März 1859. S. 288) in einem Tone geäussert, zu dem ich nicht das Beispiel gegeben habe, und den ich mir nicht zum Muster nehmen werde. Meine erste Regung war, Hrn. v. Liebig's Angriff ganz unbeantwortet zu lassen, und die Entscheidung zwischen ihm und mir ruhig der Zeit anheimzugeben. Persönliche Rücksichten, die man aus dem Folgenden leicht begreifen wird, bestärkten mich in diesem Entschluss. Viele Freunde dringen indess in mich, ein Stillschweigen zu brechen, welches als Anerkennung eines Unrechts auf meiner Seite gedeutet werden könnte; und so nehme ich denn mit Widerstreben den Handschuh auf.

Hrn. v. Liebig's Streitschrift hat zwei Seiten, eine persönliche und eine sachliche.

Hr. v. Liebig giebt zu, durch seinen Sohn Kenntniss von meinen Versuchen über die Reaction der Muskeln erhalten zu haben. Er behauptet aber, dies sei nicht Veranlassung zu den Versuchen gewesen, die er über denselben Gegenstand angestellt habe, sondern er sei bereits von „den verschiedensten Seiten" her auf seinen Irrthum aufmerksam gemacht worden.

Von der Art der Hrn. v. Liebig gemachten Mittheilungen hängt es alsdann ab, ob er das Recht hatte, die Thatsache in seinen „Chemischen Briefen" so anzuführen, wie er gethan hat, nämlich als ob er dieselbe selbständig gefunden. Dies geht mich nicht weiter an, und ich enthalte mich darüber jedes Urtheils. Ich werde aber zeigen, dass ich im Rechte war, als ich den Vorgang so darstellte, als habe Hr. v. Liebig die erste Nachricht seines Irrthums aus seines Sohnes Mittheilungen über meine Versuche geschöpft.

Hr. v. Liebig beruft sich, um seine Aussage zu erhärten, auf das Zeugniss seines Sohnes, der in einem aus Reichenhall am 19. Juli 1859 zu diesem Zweck geschriebenen Briefe am Schluss sagt:

„Da ich wusste, dass das Resultat" (der von den Hrn. v. Liebig, Vater und Sohn, mit Hrn. Th. L. Bischoff angestellten Versuche) „meinen Freund Dubois interessiren würde, so theilte ich ihm dasselbe mit, und ich erinnere mich, dass er später in einem Brief an mich meine Aufmerksamkeit darauf richtete, dass in Bezug auf dieses Resultat seine Priorität in den chemischen Briefen nicht gewahrt sei. Da ich mir indessen bewusst war, dass meine Mittheilung die Versuche in Giessen nicht veranlasst hatte, so schien mir damals der Anspruch meines Freundes Dubois, an dem erwähnten Orte besonders als der Eigenthümer der Beobachtung angeführt zu werden, kaum hinlänglich begründet."

Ich bin noch im Besitze meines damaligen Briefwechsels mit Hrn. Georg v. Liebig, und es ergiebt sich daraus, dass ihn jetzt, beim Niederschreiben des Briefes an seinen Vater, sein Gedächtniss in mehrfacher Beziehung getäuscht

hat, was leicht zu entschuldigen ist, wenn man bedenkt, ein wie bewegtes Leben er während der neun Jahre geführt hat, die seit jenem für ihn vergleichweise unbedeutenden Ereignisse verflossen sind.

„Diesen Winter," schrieb mir Hr. G. v. Liebig aus Darmstadt am 1. Mai 1851, „machte ich den Versuch auf die Reaction der frischen Muskeln?, von dem viel zwischen uns die Rede gewesen war, da meine der Lehre seines Vaters zuwiderlaufende Angabe ihn sehr überrascht hatte. Es folgt die Beschreibung seines Versuches. „Einige Zeit darauf", fährt Hr. G. v. Liebig fort, „machte mein Vater mit Hülfe Bischoff's in meiner Gegenwart Versuche zu demselben Zweck, auf folgende Art "u. s. w.

Ich machte hierauf Hrn. G. v. Liebig Vorwürfe, dass er mit seinem Vater und Hrn. Bischoff Versuche über einen Gegenstand unternehme, mit dessen Verfolgung ich, wie er wisse, beschäftigt sei. Darauf antwortete mir Hr. G. v. Liebig aus Giessen am 27. Mai 1851:

„Ich sollte Dir eigentlich ernstlich böse sein über die Zumuthung, die Du mir machst, als ob ich mir fremdes, und zwar Dein geistiges Gut aneignen wollte. Die Versuche, die ich Dir mittheilte, geschahen blos zu meiner und meines Vaters Aufklärung und es fällt Niemand ein, etwas davon zu publiciren, da es auch für uns zu nichts führen würde. Ich dachte, die Sache würde Dich interessiren und theilte Dir daher die Resultate mit... Die chemischen Briefe" (d. h. die dritte Auflage derselben) „sind fertig und ich werde bald Dir und Müller ein Exemplar zuschicken, im Namen meines Vaters."

In der That erhielt ich dasselbe bald darauf, und fand darin, ohne meinen Namen, die Versuche angeführt, von denen mir Hr. G. v. Liebig erst eben noch geschrieben hatte, „sie geschähen blos zu seiner und seines Vaters Aufklärung, es falle Niemand ein, etwas davon zu publiciren und sich mein geistiges Eigenthum anzueignen."

Hierüber zur Rede gestellt, gab Hr. G. v. Liebig aus Giessen am 26. September 1851 die ausweichende Antwort:

„Ueber die Geschichte mit dem „Plagiat" lass Dir nur vorher bemerken, dass ich überzeugt bin, dass Du mir oder meinem Vater keine mala fides gegen Dich unterlegst; das Uebrige wird sich bei mündlicher Besprechung leicht ausgleichen — Papier mit Erklärungen hin- und herzusenden, halte ich nur zur Hervorrufung neuer Missverständnisse dienlich und das Vertrauen störend."

Aus diesem Briefwechsel folgt unabweisbar, dass bis zum 26. September 1851, d. h. bis lange nach dem Erscheinen der „Chemischen Briefe" Hr. G. v. Liebig meine Ansprüche an die streitige Thatsache unbedingt anerkannte, was er jetzt läugnet, und dass er von anderen darüber an seinen Vater gelangten Mittheilungen nichts wusste, was er jetzt behauptet. Wäre letzteres der Fall gewesen, so hätte er, statt lahmer Entschuldigungen, mir einfach geschrie-

ben, ich täusche mich, wenn ich glaube, jene Versuche gehörten mir; was ich für neu halte, sei in Giessen durch Hrn. Bence Jones und Hrn. Bischoff längst bekannt: womit ja Alles zu Ende gewesen wäre.

Dies der Thatbestand. Die Schlüsse daraus möge jeder selber ziehen. Den Meisten, glaube ich, wird es schwer fallen sich nicht zu wundern, dass Hr. G. v. Liebig monatelang mit seinem Vater und Hrn. Bischoff wissenschaftlich verkehren und mit ihnen Versuche über die Reaction der Muskeln anstellen konnte, ohne einen Wink zu erhalten, dass diese Versuche, die er als Wiederholung der meinigen betrachtete, von jenen nicht so angesehen wurden; und doppelt unbegreiflich wird es alsdann erscheinen, dass, als ich Hrn. G. v. Liebig wegen der Stelle in den „Chemischen Briefen" in die Enge trieb, er nicht schon damals von seinem Vater die Auskunft erbat und erhielt, die jetzt Beide geben, und die nach Beider Aussage damals so nah lag wie jetzt.

Was den sachlichen Theil von Hrn. v. Liebig's Streitschrift anlangt, so kann ich mich kurz fassen. Hr. v. Liebig hat sich in der ersten Aufwallung offenbar nicht dazu erheben können, die persönliche und die wissenschaftliche Seite der Frage auseinander zu halten. Wer nichts als Hrn. v. Liebig's Aufsatz gegen mich gelesen, müsste wahrlich glauben, meine Abhandlung enthalte „auf 38 enggedruckten Seiten" nichts als die verspätete Reclamation wegen der Reaction der frischen Muskeln, eine hämische und vom Zaun gebrochene Anspielung auf Hrn. v. Liebig's Streit mit Berzelius über die Milchsäure, und einen Strom sonstiger „Invectiven" gegen Hrn. v. Liebig: so nämlich scheint dieser Chemiker eine jede Erwähnung seiner Arbeiten oder Meinungen zu bezeichnen, die nicht von unterwürfiger Zustimmung überfliesst.

Hr. v. Liebig, der mir Schicklichkeit predigt, vergisst sich so weit, dass er seine eigenen älteren Versuche einen „Kehrichthaufen" nennt, den ich besser vor der Akademie der Wissenschaften nicht „umgewühlt" hätte. Hr. v. Liebig spottet über die Entdeckungen, die ich mit Lackmuspapier mache (als ob es den Werth einer Thatsache schmälere, dass man zu ihrer Beobachtung nur einfacher Mittel bedarf); er versichert seinen chemischen Lesern auf guten Glauben, ich habe keinen Begriff vom Wesen einer chemischen Untersuchung, und jede Zeile, in der ich von chemischen Dingen rede, enthalte ein Verbrechen (als ob es alsdann nicht um so schlimmer für ihn sei, wenn ich ihn dennoch eines so gewichtigen Irrthums überführt habe); er begreift nicht, weshalb er die Reaction der lebenden Muskeln hätte berücksichtigen sollen (als ob er seine „Chemische Untersuchung über das Fleisch" nicht in dem vollen Wahne geführt hätte, er ermittele die Zusammensetzung der lebenden Mus-

keln); er behauptet, dass nicht er an seinem Irrthum Schuld sei, sondern der Zustand der Physiologie im Jahre 1847, in dem „man sich selbst über eine so einfache Sache nicht unterrichten konnte," (als ob dies nicht, seitdem es Lackmuspapier giebt, jeder Student der Medicin gekonnt hätte, und als ob nicht bereits im Jahre 1844, als der thierische Körper in Giessen noch keine Milchsäure enthalten durfte, Hr. Enderlin in Hrn. v. Liebig's Laboratorium richtig gefunden und in den Annalen der Chemie und Pharmacie gedruckt hätte, dass frisches Fleisch nie sauer reagirt, wie Hr. v. Liebig, wenn er es vergessen, in meiner Abhandlung hätte lesen können); er wirft mir vor, ich betrachte die Milchsäure im absterbenden Muskel als „ein Product der Fäulniss", während ich mit gutem Bedacht geschrieben habe, die Säure werde im Muskel erst zur Zeit der beginnenden Fäulniss frei u. s. w.

Den Chemikern, denen die Monatsberichte der Akademie weniger zugänglich sein sollten, hat die Redaction des Journals für praktische Chemie durch Abdruck des grössten Theiles meiner Abhandlung[1]) Gelegenheit gegeben, sich zu überzeugen, dass ausser den von Hrn. v. Liebig bemerkten Punkten noch einige neue und vielleicht nicht ganz unbedeutende Beobachtungen, die Frucht dauernder Anstrengung, darin enthalten sind. Ich muss Hrn. v. Liebig, als Geschwornen über den Werth meiner Arbeit, wegen Befangenheit ablehnen. Das Urtheil der Hrn. Funke, Kühne, Lehmann[2]), Schwann, und noch mancher Anderen, dürfte eher das der Zukunft abspiegeln, welches vielleicht von der gründlichen Beseitigung des Irrthums, dass die freie Milchsäure schon im lebenden Muskel zugegen sei, den Anfang einer physiologischen Muskelchemie herschreiben wird.

---

1) Bd. LXXVII. S. 206.

2) Handbuch der physiologischen Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der zoochemischen Dokimastik. 2. Aufl. Leipzig 1859. S. 317.

Zusatz zur Abhandlung des Hrn. Dr. Platner „Helmintho-logische Beiträge".

Seite 287 Zeile 15 von oben ist durch ein Missverständniss eine Stelle weggelassen und dafür etwas hingesetzt worden, was nicht dahin gehört. Statt „in dieser Gegend selbst" u. s. w. muss gelesen werden:

Sehr bald entziehen sich diese Canäle leider der weiteren Beobachtung, indem die darüber und darunter sich entwickelnden Theile sie verdecken. Da die Entwicklung der Hodenkörperchen und deren Ausführungsgänge mit der Entwicklung dieser Canäle zusammenfällt, so kommen die Enden der ersteren oft auf die Enden der letzteren zu liegen, und es hat dann ganz den Anschein, als bildeten beide zusammen ein Ganzes, das sich von verschiedenen Seiten her, gegen einander entwickelte. R. Leuckart hat dieses Bild ebenfalls vor sich gehabt, und diesen Theil der Hodenkörperchen mit ihren Ausführungsgängen für Dotterstöcke genommen, die wirklichen Dotterstöcke aber als Keimstöcke beschrieben.

Dagegen ist S. 286 Zeile 16 von unten zu lesen wie folgt:
In dieser Gegend selbst bemerkt man, wie am gestreckten Ende des Samenbehälters kleine gewundene Canälchen hervorkommen, welche mit den zunächst gelegenen Hodenkörperchen in Verbindung treten.

Berichtigungen.

Zu der Abhandlung „über secundäre Modification der Nerven" von W. Wundt

S. 543 Z. 4 von oben statt im lies dem.

S. 544 Z. 5 von oben statt absteigenden lies aufsteigenden.

In der Abhandlung „über den Verlauf der Gallengänge" von J. Budge

S. 656 Z. 8 von oben lies Fig. 8 statt Fig. 7.

Berlin, Druck der Gebr. Unger'schen Hofbuchdruckerei.

1.

a

b

2.

b

c

d

a

b

a

a

4.

a

a

b

b

c

b

b

a

5.

b

c

a

b

a

6.

7.

16.

a d a c b

15.

17.

a b d c c

a c e

20.

b a

f e

...aplig del.

33.

a

e

o

a

b

c

a

b

d

d

23.

30.

31.

b

b

a

Zusatz zur Abhandlung des Hrn. Dr. Platner „Helminthologische Beiträge".

Seite 287 Zeile 15 von oben ist durch ein Missverständniss eine Stelle weggelassen und dafür etwas hingesetzt worden, was nicht dahin gehört. Statt „in dieser Gegend selbst" u. s. w. muss gelesen werden:

Sehr bald entziehen sich diese Canäle leider der weiteren Beobachtung, indem die darüber und darunter sich entwickelnden Theile sie verdecken. Da die Entwicklung der Hodenkörperchen und deren Ausführungsgänge mit der Entwicklung dieser Canäle zusammenfällt, so kommen die Enden der ersteren oft auf die Enden der letzteren zu liegen, und es hat dann ganz den Anschein, als bildeten beide zusammen ein Ganzes, das sich von verschiedenen Seiten her, gegen einander entwickelte. R. Leuckart hat dieses Bild ebenfalls vor sich gehabt, und diesen Theil der Hodenkörperchen mit ihren Ausführungsgängen für Dotterstöcke genommen, die wirklichen Dotterstöcke aber als Keimstöcke beschrieben.

Dagegen ist S. 286 Zeile 16 von unten zu lesen wie folgt:
In dieser Gegend selbst bemerkt man, wie am gestreckten Ende des Samenbehälters kleine gewundene Canälchen hervorkommen, welche mit den zunächst gelegenen Hodenkörperchen in Verbindung treten.

Berichtigungen.

Zu der Abhandlung „über secundäre Modification der Nerven" von W. Wundt

S. 543 Z. 4 von oben statt im lies dem.
S. 544 Z. 5 von oben statt absteigenden lies aufsteigenden.

In der Abhandlung „über den Verlauf der Gallengänge" von J. Budge

S. 656 Z. 8 von oben lies Fig. 8 statt Fig. 7.

Berlin, Druck der Gebr. Unger'schen Hofbuchdruckerei.

1.

2.

4.

5.

6.

7.

16.

d

a

c

b

a

15.

17.

a

b

d

c

c

a

c

20.

b

e

a

f

e

33.

23.

30.

31.

34.

a

b

35.

b

a

36.

b

a

37.

a

b

c

A.

1.

1.
a
b
b
c
2.
6.
8.
7.

3.

5.

6.

7.

1.

Plattner del. Wagenschieber s

7

8.

1.

8.

8.

1.
1.
4.
1.
9
9.
9.

I. III.

40/1 300/1

a

V.

300/1

1.
A
c
f
b
d
E
a
b
B
K
L
M
2.
C
g

7

6

4

2

‡

5

3

1

+

C. Schütze lith.

2.

a' b

c

c'

3.

c'

a'

5.

b

6.

c

8.

5.

10.

8.

5.

b
b
b
a
c

d
d
d
c

8.

b
b
b

d

Wurenschi. her sc.

Taf. XI.

3.

2.

10.

a

b

a

b

9.

a

b

c

d